

15.504 / H / 02

ANALISIS KESELAMATAN KERJA PADA PROSES BONGKAR MUAT DI TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

TUGAS AKHIR



RSSD
620.86
SUT
A-1
2001

Oleh :

SUTOPO
NRP. 4297 100 041

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2001

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	03/01/02
Teknisi	H

ABSTRAK

Proses bongkar muat container atau petikemas merupakan proses yang tidak bisa lepas dengan permasalahan kecelakaan. Kecelakaan pada area bongkar muat merupakan suatu biaya kehilangan yang harus diminimalkan. Hal ini dapat dilakukan apabila faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan dapat diminimalkan. Adapun faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan dapat berasal dari lingkup peralatan atau permesinan dan prosedur kerja bongkar muat. Metode yang digunakan untuk menganalisa faktor tersebut adalah Failure Modes and Effect Analysis /Fault Tree Analysis dan Human Reliability Assesment.

Dari hasil analisa yang diperoleh, komponen-komponen kritis yang berpotensi menyebabkan kecelakaan untuk peralatan atau permesinan bongkar muat di CFS yaitu, forklift meliputi pompa hidrolik, radiator, hose hidrolik, ban, gear transmisi dan converter, coupling, bearing, brake, accu dan battery. Di CY yaitu RTG meliputi actuator, battery, gantry bearing, gantry wheel, hoist coupling, wire rope, allenator, pompa spreader, rubber hose, trolley bearing, trolley coupling dan trolley generator. Di Dermaga yaitu CC meliputi battery, motor boom, DC generator hoist, gantry limit switch, motor hoist, proximity switch, telescopic, trolley motor dan wire rope.

Prosedur kerja yang kritis meliputi pemeriksaan area kerja dan identifikasi bahaya, handling barang dengan F-L, prosedur perencanaan lapangan kerja(CY), pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian RTG, prosedur melakukan lintasan panjang di CY, prosedur mengangkat muatan (petikemas), pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian CC, prosedur bongkar muat petikemas dari atau ke kapal dan prosedur memindahkan tutup palka. Adapun error yang sering dilakukan adalah tidak dilakukannya suatu tahapan prosedur kerja, pengabaian prosedur, tindakan terlalu cepat dan sifat operator yang datang terlambat (malas).

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Kata Pengantar	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1.1
1.2 Permasalahan	1.3
1.3 Tujuan Penulisan	1.4
1.4 Manfaat Tugas Akhir	1.4
1.5 Metode	1.4

BAB II DASAR TEORI

II.1 Kecelakaan Kerja	II.1
II.1.1 Umum	II.1
II.1.2 Perhitungan Kecelakaan Dengan Metode ANSI	II.2
II.2 Konsep Keandalan Untuk Keselamatan Kerja	II.5
II.2.1 Failures Modes and Effect Analysis (FMEA)	II.5

II.2.2	Fault Tree Analysis (FTA)	II.6
II.2.2.1	Pendugaan Distribusi	II.8
II.2.2.2	Variabel Random	II.8
II.2.2.3	Distribusi Probabilitias	
	dalam Evaluasi Keandalan	II.14
II.3	Human Reliability Assesment (HRA)	II.14
II.3.1	Definisi Masalah	II.14
II.3.2	Task Analysis	II.14
II.3.3	Representasi (Penggambaran Ulang)	II.16
BAB III TINJAUAN PROSES BONGKAR MUAT		
DI TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA		
III.1	Proses Bongkar Muat di Terminal Petikemas Surabaya	III.1
III.1.1	Proses Bongkar Muat di Dermaga	III.1
III.1.2	Proses Bongkar Muat di Container Yard	III.2
III.1.1	Proses Bongkar Muat di Container Freight Statitio	III.3
III.2	Diskripsi Sistem, Subsistem	
	dan Boundary Sistem Bongkar Muat	III.4
III.3	Tinjauan Kecelakaan Kerja Pada	
	Proses Bongkar Muat di TPS	III.12
III.3.1	Kecelakaan Kerja, Penyebab dan Akibatnya	III.12
III.3.2	Analisis Kecelakaan Kerja di TPS	III.15
III.3.3	Perhitungan Statistik Kecelakaan	
	Berdasarkan Metode ANSI	III.17

BAB IV ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PERALATAN PENDUKUNG PROSES BONGKAR MUAT

IV.1 Umum	IV.1
IV.2 Analisa Kecelakaan Kerja dengan FTA dan FMEA	IV.2
IV.2.1 FMEA Untuk Forklift	IV.2
IV.2.2 FTA Untuk Forklift	IV.7
IV.2.3 FMEA Untuk Container Crane	IV.10
IV.2.4 FTA Untuk Container Crane	IV.15
IV.2.5 FMEA Untuk Rubber Tyred Gantry	IV.19
IV.2.6 FTA Untuk Rubber Tyred Gantry	IV.24
IV.3 Rengking Kekritisian Komponen	IV.28
IV.3.1 Analisa Kuantitatif Komponen Pendukung Permesinan Bongkar Muat	IV.29
IV.3.2 Diskusi	IV.34

BAB V ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PROSEDUR KERJA

V.1 Umum	V.1
V.2 Tinjauan Prosedur Kerja Bongkar Muat di TPS	V.1
V.3. Analisa Prosedur Kerja terhadap Kasus Kecelakaan di TPS	V.2
V.3.1 Analisa Kecelakaan Kerja di CFS	V.2
V.3.2 Analisa Kecelakaan Kerja di Dermaga	V.11
V.3.3 Analisa Kecelakaan Kerja di CY	V.29
V.4 Kekritisian Prosedur Kerja Bongkar Muat	V.45

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

VI.1

VI.3 Saran

VI.3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1 Ilustrasi TTF Komponen / Sistem
	3.1 Proses Bongkar Muat di Dermaga
	3.2 Proses Bongkar Muat di Container Yard
	3.3 Batasan Fasilitas Bongkar Muat di TPS
	3.4 Boundary Sistem Angkat
	4.1 FTA Kegagalan Forklift
	4.2 FTA Kegagalan Container Crane
	4.3 FTA Kegagalan Rubber Tyred Gantry
	5.1 FTA Kecelakaan Kerja di Container Freight Station
	5.2 FTA Kecelakaan Kerja di Dermaga
	5.3 FTA Kecelakaan Kerja di Container Yard

DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	Pengelompokan Tingkat Kerusakan
	2.2	Data Kualitatif Failure Rate
	2.3	Matrik Pengelompokan Tingkat Kerusakan
	2.4	Simbol Fault Tree
	3.1	Data Kejadian / Kecelakaan di TPS Tahun 2000
	3.2	Pengelompokan Kecelakaan di Lokasi Bongkar Muat
	3.3	Kecelakaan Berakibat Fatal / Cidera dan Cacat
	3.4	Kecelakaan Berdasarkan Penyebabnya
	3.5	Kecelakaan Berdasarkan Unsafe Act
	3.6	Kecelakaan Berdasarkan Unsafe Condition
	4.1	Fungsi dan Kegagalan Fungsional Forklif
	4.2	Matrik Kegagalan Fungsional Forklit
	4.3	FMEA Untuk Forklift
	4.4	Mocus Kegagalan Forklift
	4.5	Fungsi dan Kegagalan Fungsional Container Crane
	4.6	Matrik Kegagalan Fungsional Container Crane
	4.7	FMEA Untuk Container Crane
	4.8	Mocus Kegagalan Container Crane
	4.9	Fungsi dan Kegagalan Fungsional Rubber Tyred Gantry
	4.10	FMEA Untuk Rubber Tyred Gantry
	4.11	Matrik Kegagalan Fungsional Rubber Tyred Gantry

- 4.12 Mocus Kegagalan Rubber Tyred Gantry
- 4.13 Komponen Alat Bongkar Muat yang Kritis
- 4.14a. Rengking Distribusi Komponen Forklift
- 4.14b. Rengking Distribusi Komponen Rubber Tyred Gantry
- 4.14c. Rengking Distribusi Komponen Container Crane
- 4.15. MTTF, Reliability, Failure Rates Komponen Permesinan bongkar Muat
- 5.1 Tabular Task Analysis Prosedur Bongkar Muat di CFS
- 5.2 HEA Prosedur Kerja Bongkar Muat di CFS
- 5.3 Mocus Prosedur Kerja di CFS
- 5.4 Tabular Task Analysis Prosedur Bongkar Muat di Dermaga
- 5.5 HEA Prosedur Kerja Bongkar Muat di Dermaga
- 5.6 Mocus Prosedur Kerja di Dermaga
- 5.7 Tabular Task Analysis Prosedur Bongkar Muat di Container Yard
- 5.8 HEA Prosedur Kerja Bongkar Muat di Container Yard
- 5.9 Mocus Prosedur Kerja di Container Yard

KATA PENGANTAR

Puji sukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan untuk itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Dalam kesempatan ini penulis juga tidak lupa mengucapkan terimakasih yang tak terhingga atas bantuan yang telah penulis terima sehingga Tugas Akhir dapat selesai tepat pada waktunya kepada :

1. Bapak Ir. Alam Baheramsyah MSc, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak mencurahkan waktu dan pikirannya untuk membimbing penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak R.O. Saut Gurning ST, MSc, selaku dosen pembimbing tugas akhir
3. Bapak DR. Ir. A.A. Masroeri, M Eng, selaku ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK- ITS.
4. Bapak Ir. Suryo Widodo Adji MSc, selaku, sekretaris Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK- ITS.
5. Bapak Ir. Amiadji MM, MSc, selaku dosen wali selama penulis menempuh studi di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS.
6. Bapak Direktur PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA yang telah berkenan memberikan kesempatan kepada kami untuk melaksanakan kerja praktek di PT. Terminal Petikemas Surabaya.
7. Bapak Agung Kresno Sarwono selaku Human Resources Manager Bapak Sumarzen Marzuki sebagai Equipment Manager di PT. Terminal Petikemas Surabaya dan Bapak Ali Su'udi sebagai RTG Maintenance and Opration Ass. Manager di PT. Terminal Petikemas Surabaya

8. Bapak Wayan Budiarsa selaku safety manager TPS, Bapak Dion selaku konsultan TPS serta bapak-bapak lain di Safety Departemen TPS yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu
9. Bapak Bambang Ardianto selaku CFS Assistant Manager
10. Bapak Husin, Bapak Broto Darmojo, Bapak Budyo Purnomo, Bapak Mariadi Achmad, Bapak Hanafi, dan bapak-bapak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membimbing kami saat melaksanakan kerja praktek di PT. Terminal Petikemas Surabaya.
11. Adinda tersayang Yeni Rahmawati yang telah memberikan motivasi dan segalanya untuk keberhasilan penulis
12. Ibu Bapak di Magelang atas doa restunya
13. Mbak Cupix, Mbak Nah, Mbok Tir, Wanti, Caca, Mas Lono, Mas Diduk, Mas Roso serta keluarga lain di magelang yang tidak bis apenulis sebutkan satu persatu.
14. Bapak Ir Moelyadi K.beserta Ibunda Endang di Tuban.
15. Dawest, Jalal, Armin, Rustam, Eko, Ginting , Bambang, Wawan, Teguh, Wardi, Badrus, Polaris dan semua temen temenku.
16. Temen temen yang ngerjakan TA sama-sama, Indra, Romi, Dodik, Mas Iwan, Nardi, Nillah, Hendra, Diwan, dll.
17. Teman-teman Marine Engineering ' 97 atas kekompakan dan kerjasamanya.

Akhirnya kami berharap agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan wawasan kepada para pembaca pada umumnya dan kepada diri penulis pada khususnya.

Wassalam

SUTOPO

BAB I PENDAHULUAN

I.1. LATAR BELAKANG

Perkembangan perdagangan internasional memberikan pengaruh yang sangat besar bagi para penyedia jasa transportasi di darat, laut, dan udara. Pengaruh tersebut diantaranya adalah proses pengiriman barang dengan menggunakan petikemas (container). Perusahaan pelayaran dan khususnya PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) sebagai fasilitator proses bongkar muat memperoleh pengaruh yang cukup besar terutama dalam hal pengendalian container untuk kegiatan antar pulau, ekspor, maupun impor.

Proses bongkar muat di TPS sendiri terdiri dari kegiatan bongkar muat di dermaga, di Container Yard (CY), dan di Container Freight Station (CFS). Kegiatan tersebut tidak terlepas dari cara pengiriman barang dengan menggunakan container. Terminologi pengiriman barang dengan container terkait dengan adanya status container yaitu Full Container load (FCL) dan Less than Container Load (LCL). FCL terjadi jika satu container diisi penuh dengan barang oleh seorang pengirim. Sedangkan LCL terjadi jika satu container dimuati barang oleh beberapa pengirim.

Proses pengiriman barang baik ekspor, impor maupun kegiatan antar pulau (domestik) harus dilakukan seekonomis mungkin. Proses bongkar muat yang merupakan bagian penting dari proses tersebut akan ekonomis apabila didukung oleh peralatan yang memadai, prosedur kerja yang baik, dan juga lingkungan kerja yang aman.

Petikemas merupakan salah satu alternatif untuk memecahkan permasalahan ini. Petikemas mempunyai keuntungan yang lebih dibandingkan dengan metode konvensional. Keuntungan tersebut diantaranya adalah tidak memerlukan standar pengemasan yang ketat sehingga biayanya lebih murah, keamanan dari barang relatif lebih besar dan mengurangi waktu sandar kapal di pelabuhan karena "turn a round time" kapal lebih cepat.

Walaupun secara ekonomis keuntungan yang diperoleh dengan penggunaan petikemas cukup baik, akan tetapi resiko terhadap pemakaian alat-alat pendukungnya terutama dilihat dari aspek keselamatan kerja perlu menjadi pertimbangan pula. Hal ini perlu dicermati karena setiap insiden atau kecelakaan kerja yang terjadi pasti merupakan suatu biaya kehilangan, selain kualitas, waktu dan produktivitas yang harus bisa dikontrol oleh pihak manajemen PT. Terminal Petikemas Surabaya.

Sementara itu kecelakaan kerja yang merupakan komponen biaya kehilangan dapat lebih dikontrol dan dicegah apabila seluruh elemen atau faktor yang berpotensi menyebabkan terjadinya insiden atau kecelakaan dapat diprediksi sedini mungkin. Adapun elemen atau faktor tersebut dapat berasal dari lingkup peralatan atau permesinan bongkar muat dan prosedur kerja. Mengingat sistem bongkar muat petikemas (container) akan menjadi kecenderungan dan kebutuhan pelabuhan-pelabuhan yang ada di Indonesia di masa depan, maka kajian yang berkaitan dengan permasalahan-permasalahan keselamatannya pun menjadi topik yang sangat relevan.

1.2. PERMASALAHAN

Data statistik kejadian/kecelakaan di TPS pada tahun 2000 adalah lebih dari 85 kasus. Dari data tersebut diketahui bahwa kejadian yang berhubungan dengan permasalahan kecelakaan kerja dan akibatnya sebanyak 24 kecelakaan. Kecelakaan tersebut dikategorikan sebagai berikut :

- Kecelakaan yang disebabkan oleh human error 50 %
- Kecelakaan yang disebabkan oleh peralatan (trouble equipment) 37,5 %
- Kecelakaan yang disebabkan oleh lalu lintas, lingkungan dan lain-lain 12,5 %

Faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dapat berasal dari lingkup peralatan/permesinan bongkar muat dan prosedur kerja. Kedua faktor tersebut akan selalu terkait dengan permasalahan human error.

Kecelakaan tersebut dapat diminimalkan apabila faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan dapat diprediksi sedini mungkin. Hal ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi tingkat kekritisian dari peralatan dan tahapan prosedur kerja.

Berdasarkan hal ini maka permasalahan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- Mendapatkan rangking kekritisian dari komponen (rangking critical equipment) dengan menggunakan metode FMEA/FTA
- Mendapatkan rangking kekritisian dari tahapan pekerjaan bongkar muat (rangking critical task) dengan metode HRA

Analisa difokuskan pada segi teknis peralatan dan prosedur kerja.

1.3. TUJUAN PENULISAN

Berdasarkan permasalahan diatas, penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui kekritisan dari komponen permesinan bongkar muat dan kekritisan dari tahapan prosedur kerja bongkar muat yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. Selanjutnya hal ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk meminimalkan kecelakaan kerja pada saat operasional kegiatan bongkar muat di PT. Terminal Petikemas Surabaya.

1.4. MANFAAT TUGAS AKHIR

Hasil penulisan ini dapat digunakan sebagai pedoman bagi PT. TPS, pihak perusahaan pelayaran, maupun pihak – pihak lain yang berkepentingan pada kegiatan bongkar muat dalam pengambilan keputusan tentang keselamatan kerja.

1.5. METODE

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut diatas adalah sebagai berikut :

1. FTA/FMEA, merupakan metode untuk menentukan tingkat kekritisan dari peralatan atau permesinan bongkar muat.

Adapun metode tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. :

FTA (Fault Tree Analysis), langkah – langkah yang dilakukan untuk penyusunan FTA :

- Mengidentifikasi masalah dan batasan kondisi
- Membuat kontruksi faut tree

- Identifikasi minimal cut set
- Analisa kualitatif dan analisa kuantitatif

FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), langkah – langkah untuk penyusunan FMEA adalah sbb. :

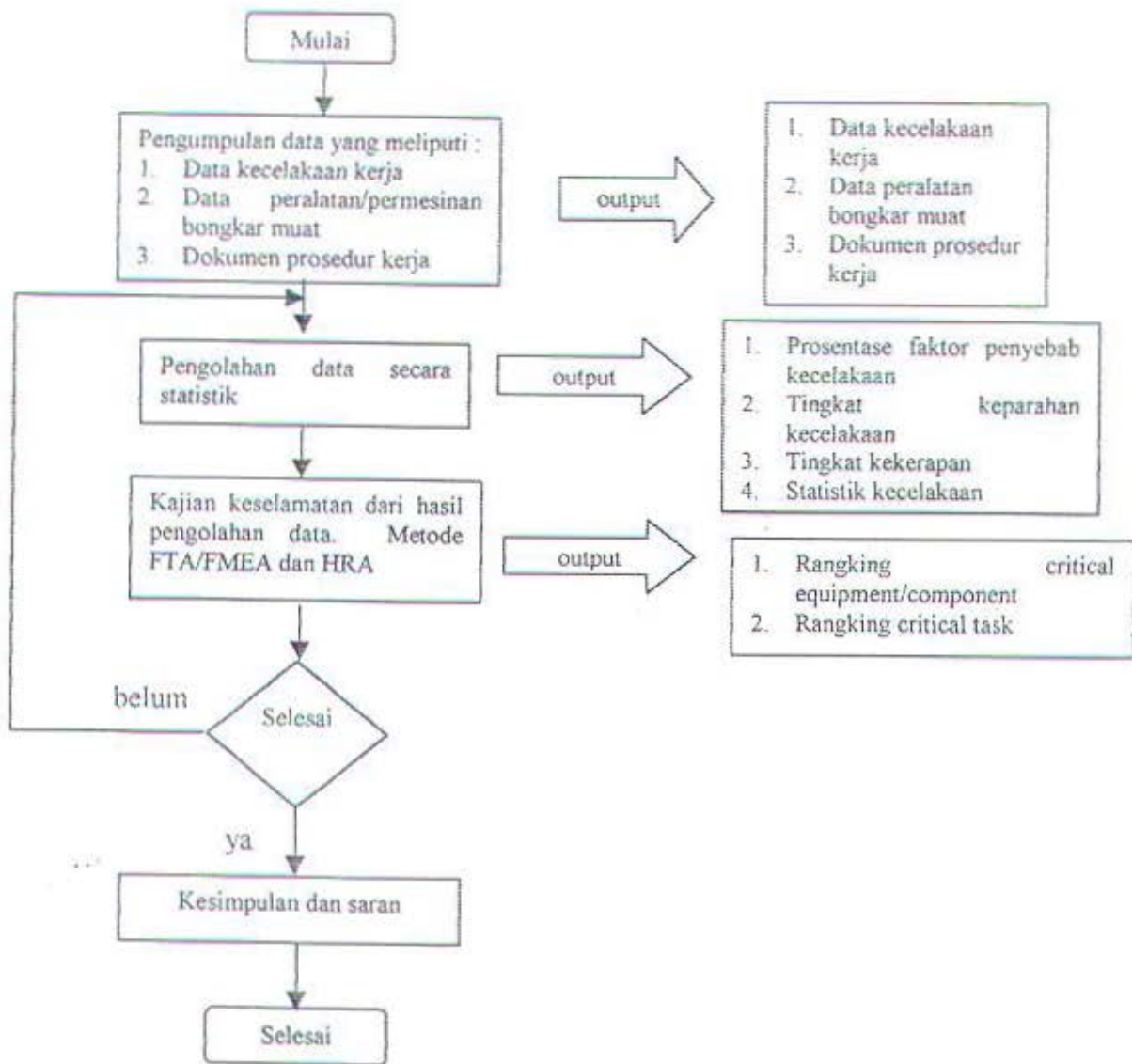
Metode ini dilakukan dengan cara mendata/menginventarisir kejadian kejadian kegagalan yang terjadi pada sistem maupun subsistem. Kemudian dari data-data yang ada kita analisa sehingga diketahui dampak- dampak atau akibat-akibat terjadinya kegagalan terhadap sistem itu sendiri. FMEA dalam hal ini mengidentifikasi mode kegagalan fungsional yang potensial dan dari suatu sistem.

2. HRA (Human Reliability Assesment), merupakan metode untuk menentukan tingkat kekritisian dari tahapan pekerjaan. Adapaun langkah – langkahnya adalah sbb. :

- Mendefinisikan masalah
- Analisa tugas/pekerjaan (task analysis)
- Analisa human error
- Representasi/tampilan

Adapun langkah untuk penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut

Flowchart pengerjaan tugas akhir



BAB II

DASAR TEORI

II.1 Kecelakaan Kerja

II.1.1 Umum

Kecelakaan dan keselamatan kerja merupakan dua hal yang saling terkait. Kecelakaan kerja merupakan kegiatan yang tidak bisa dihilangkan dalam segala bentuk kegiatan atau pekerjaan. Kecelakaan ini hanya bisa diminimalkan melalui suatu tindakan pencegahan dan perlindungan. Apabila kedua hal ini dapat dilaksanakan sedini mungkin maka dapat dipastikan bahwa keselamatan kerja akan dapat lebih terjamin, baik keselamatan manusia maupun property dan alat.

Kecelakaan kerja dapat diartikan sebagai kejadian yang tidak diharapkan pada saat bekerja dimana memberikan pengaruh yang tidak baik terhadap aktifitas pekerja maupun diri pekerja. Kecelakaan bisa terjadi karena kondisi yang tidak membawa keselamatan kerja, atau perbuatan yang tidak selamat.

Kejadian adalah merupakan sesuatu yang tidak diinginkan yang dapat mengurangi efisiensi operasi perusahaan. Hal ini dapat berupa kejadian yang berbahaya, cedera fisik yang serius, penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan, cedera akibat pekerjaan, kejadian di tempat kerja, kejadian nyaris dan kecelakaan.

Sebenarnya, baik perbuatan maupun keadaan yang tidak *selamat (unsafe acts & unsafe conditions)* berakar lebih dalam daripada kecelakaan yang terlihat atau teralami. Manajemen sebagai pengambil keputusan merupakan akar dari kecelakaan kerja. Dengan kata lain, kecelakaan kerja hanyalah merupakan gejala yang berakar pada manajemen.

II.1.2 Perhitungan Kecelakaan dengan Metode ANSI

Untuk mengetahui pandangan secara menyeluruh mengenai kecelakaan yang terjadi pada suatu periode, digunakan ukuran statistik yang umumnya mengikuti standart ANSI.

Menurut ANSI Z16.1, ukuran statistik kecelakaan umumnya terbagi dalam :

1. Tingkat Kekerapan (Frequency Rate (FR))

Tingkat kekerapan cedera berakibat cacat menghubungkan jumlah cedera tersebut dengan jam kerja selama periode kerja tertentu dan disebut dalam istilah satuan satu juta jam, diformulasikan sebagai berikut :

$$FR = \frac{n \times 1000000}{N} \quad (2.1)$$

Dimana : n = Jumlah kecelakaan yang terjadi

N = Jam kerja orang

2. Tingkat Keparahan (Saverity Rate (SR))

Tingkat keparahan cedera berakibat cacat menghubungkan hari-hari hilang (yang terhitung) dengan jam kerja selama periode tertentu dan disebut dengan istilah satuan juta jam dengan menggunakan formula berikut :

$$SR = \frac{TD \times 1000000}{N} \quad (2.2)$$

Dimana : TD = Jumlah hari hilang (total days charged)

N = Jam kerja orang

3. Indikator Cidera berakibat cacat (Disabling Injury Index (nI))

Pengukuran ini berusaha menggabungkan tingkat kekerapan dan tingkat keparahan secara total. Diformulasikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$nI = \frac{FR \times SR}{1000} \quad (2.3)$$

Dimana : FR = Tingkat kekerapan

SR = Tingkat keparahan

4. Indikator Kekerapan – Keparahan (Frequency Severity Indicator (FSI))

Bila kita ingin mengetahui persen perbaikan atau membandingkan tingkat perbedaan dari dua unit, maka harus digunakan akar dari indek cedera berakibat cacat tersebut. Akar tersebut disebut sebagai indikator kekerapan – keparahan dan diformulasikan sebagai berikut :

$$FSI = \sqrt{\frac{FR \times SR}{1000}} \quad (2.4)$$

Dimana : FR = Tingkat kekerapan

SR = Tingkat keparahan

5. Indek Cidera Berat (Serious Injury Index (SII))

Indek ini berusaha mengukur semua cedera berat yang terjadi setiap satu juta jam kerja terpapar, dan diformulasikan sebagai berikut :

$$SII = \frac{SI \times 1000000}{N} \quad (2.5)$$

Dimana : SI = Cidera berat

N = Jam kerja orang

II.2. Konsep Keandalan Untuk Keselamatan Kerja

II.2.1. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Analisa FMEA lebih menekankan pada bottom-up approach, yaitu analisa yang dilakukan dengan memeriksa komponen – komponen dari yang tingkat rendah dan meneruskannya ke system yang merupakan tingkat yang lebih tinggi serta mempertimbangkan kegagalan system sebagai hasil dari semua mode kegagalan.

FMEA merupakan salah satu bentuk analisa kualitatif. FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi mode – mode kegagalan, penyebab kegagalan, serta dampak kegagalan yang ditimbulkan oleh tiap – tiap komponen terhadap system. Kegiatan FMEA tersebut dituliskan dalam sebuah worksheet. Berikut ini penjelasan dari masing – masing kolom yang ada di FMEA worksheet.

➤ Kolom 1 (component)

Menunjukkan nama unit atau komponen yang dimaksud.

➤ Kolom 2 (function)

Menjelaskan fungsi dari komponen di dalam system yang sedang dianalisa.

➤ Kolom 3 (failure Mode)

Mode – mode kegagalan pada tiap – tiap komponen diidentifikasi dan dicatat pada kolom ini.

➤ Kolom 4 (failure mechanism)

Kemungkinan mekanisme kegagalan yang dapat menyebabkan terjadinya mode kegagalan.

➤ Kolom 5 (detection of failure)

Berbagai kemungkinan pendeteksian dari berbagai mode kegagalan di record pada kolom ini.

➤ Kolom 6 (effects of the failure on the components)

Dampak yang terjadi pada komponen akibat dari mode – mode kegagalan yang ditimbulkan oleh suatu komponen .

➤ Kolom 7 (effects of the failure on the system)

Semua efek dari mode – mode kegagalan yang ditimbulkan dari suatu komponen dan dampaknya pada pada sistem.

➤ Kolom 8 (severety level)

Penggolongan ranking dari kegagalan yang terjadi pada komponen yang diidentifikasi yang menggambarkan seberapa besar dampak yang dapat ditimbulkan terhadap system. Tabel 2.1 menunjukkan tingkat kerusakan yang sering dipakai.

Tabel 2.1
Pengelompokan tingkat kerusakan

Kategori		Keterangan
Catastropic	A	Kegagalan dapat mengakibatkan kematian.
Critical	B	Kegagalan dapat menyebabkan kerusakan hebat.
Major	C	Kegagalan dapat menyebabkan kerusakan minor.
Minor	D	Kegagalan akan membutuhkan pemeliharaan yang tidak terencana.

➤ Kolom 9 (failure rate)

Laju kegagalan dari masing – masing mode kegagalan di record pada kolom ini.

Untuk kasus yang tidak memiliki data kuantitatif, maka klasifikasi pada tabel 2.1 dapat digunakan untuk mengisi kolom ini.

Tabel 2.2
Data kualitatif failure rate

Failure Rate	Keterangan
Very unlikely	Terjadi sekali setiap 1000 tahun
Remote	Terjadi sekali setiap 100 tahun
Occasional	Terjadi sekali setiap 10 tahun
Probable	Terjadi sekali setiap tahun
Frequent	Terjadi sekali sebulan atau lebih sering

➤ Kolom 10 (risk reducing measure)

Kemungkinan – kemungkinan tindakan koreksi yang dapat dilakukan berkenaan dengan mode – mode kegagalan yang terjadi.

Untuk mengetahui ranking kekritisannya dari failure mode yang berbeda yaitu dengan cara mengkombinasikan severity level (kolom 8) dan failure rate (kolom 9). Tabel 2.3 menunjukkan critically matrix. Mode kegagalan yang paling kritis ditunjukkan dengan tanda (x) pada pojok kanan atas dari matrik sedangkan yang paling tidak kritis ditunjukkan dengan tanda (x) pada pojok kiri bawah matrik

Tabel 2.3
Pengelompokan tingkat kerusakan

Failure Rate	Severity Group			
	Minor	Major	Critical	Catastrophic
Frequent				(x)
Probably				
Occasional				
Remote				
Very unlikely	(x)			

II.2.2 Fault Tree Analysis (FTA)

FTA (Fault Tree Analysis) lebih menekankan pada “top down” approach yaitu karena analisa ini berawal dari system top level dan meneruskannya ke bawah. Titik awal dari analisa ini adalah pengidentifikasian mode kegagalan pada top level dari suatu system.





Sebuah fault tree mengilustrasikan keadaan dari komponen – komponen system (basic event) dan hubungan antara basic event dan top event. Simbol grafis yang dipakai untuk menyatakan hubungan tersebut disebut gerbang logika.

Sebuah top event yang merupakan definisi dari kegagalan suatu system, harus ditentukan terlebih dahulu dalam pengkonstruksian FTA. Sistem kemudian dianalisa

untuk menemukan semua kemungkinan kegagalan yang didefinisikan pada top event. Setelah mengidentifikasi top event, event – event yang memberikan kontribusi secara langsung terjadinya top event diidentifikasi, dan dihubungkan ke top event dengan memakai hubungan logika dengan menggunakan gerbang AND (AND gate) dan gerbang OR (OR gate) sampai dicapai event dasar.

Pengkonstruksian fault tree dimulai dari top event. System dianalisa untuk menentukan semua kemungkinan yang menyebabkan suatu system mengalami kegagalan seperti yang didefinisikan pada top event. Oleh karena itu, berbagai fault event yang secara langsung yang menjadi penyebab terjadinya top event harus secara teliti diidentifikasi. Berbagai penyebab ini di koneksikan ke top event oleh sebuah gerbang logika. Tabel 2.4 merupakan symbol dari fault tree.

Tabel 2.4
Simbol Fault Tree

NAMA SIMBOL	SIMBOL	DESKRIPSI
OR-GATE		Kejadian output akan terjadi hanya jika semua input terjadi.
AND-GATE		Kejadian output akan terjadi jika beberapa kejadian input terjadi.
BASIC EVENTS		Event kegagalan hasil kombinasi dari event kegagalan lainnya dan output ke logic gate.
UNDEVELOPED EVENTS		Event yang tidak dianalisa lebih jauh karena keterbatasan informasi atau alasan lain.

Dari berbagai kombinasi kesalahan ini dapat disusun cut set dan minimal cut set. Cut set yaitu serangkaian komponen system, apabila terjadi kegagalan dapat berakibat kegagalan pada system. Sedangkan minimal cut set yaitu set minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada system. Untuk mencari minimal cut set digunakan MOCUS (method for obtaining cut sets) yaitu merupakan sebuah algoritma yang dipakai untuk mendapatkan minimal cut set dalam sebuah fault tree.

II.2.2.1 Pendugaan Distribusi

Langkah pertama dalam menduga distribusi yang sesuai adalah memutuskan secara umum keluarga distribusi yang cocok, misalnya eksponensial, gamma, normal, atau weibull. Pendugaan ini dimaksudkan untuk mengolah data yang ada dari data kerusakan komponen pada sistem bongkar muat.

Dalam melakukan evaluasi keandalan suatu system tidak terlepas akan tersedianya data yang akan diolah. Nilai keandalan dari suatu komponen akan bergantung terhadap waktu. Untuk itu pengevaluasian keandalan akan berhubungan dengan distribusi probabilitas dengan waktu sebagai variable random. Variabel random sangat diperlukan dalam mengevaluasi keandalan dari suatu system yang berbasis pada waktu.

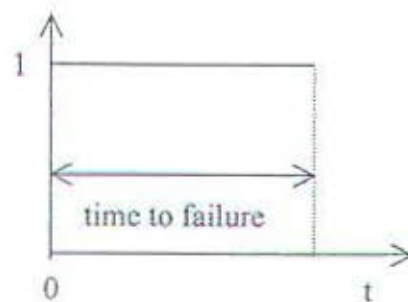
Tujuan analisa data yaitu untuk mencari distribusi tiap – tiap komponen dari sistem bongkar muat. Hal pertama yang dilakukan adalah melakukan pendugaan distribusi. Pendugaan distribusi merupakan tahap memprediksikan kecenderungan distribusi system dengan adanya fungsi waktu yang berubah – ubah. *Goodness – of – fit test* digunakan untuk melakukan pengujian sekumpulan data waktu kegagalan dari suatu komponen sehingga akan diketahui distribusi dari komponen tersebut. Metode yang dilakukan untuk melakukan pengujian ini, yaitu Maximum Likelihood Estimate (MLE) dan dengan memakai bantuan software dalam mengolah dan menganalisa data, yaitu Weibull ++.

II.2.2.2 Variabel Random

Ada suatu nilai atau parameter yang akan diukur di dalam pengolahan data. Agar teori probabilitas dapat diterapkan maka kejadian atau nilai – nilai tersebut haruslah random terhadap waktu. Parameter dari kejadian yang akan diukur yaitu

misalnya laju kegagalan dari komponen, lama waktu untuk mereparasi, kekuatan mekanis dari komponen, adalah variable yang bervariasi secara random terhadap waktu dan / atau ruang. Variabel random ini dapat didefinisikan secara diskrit maupun secara kontinyu.

Variable random yang sering dipakai untuk mengevaluasi keandalan system adalah variable random waktu kegagalan (time to failure) yang dinotasikan dengan T . Gambar 2.1 menunjukkan ilustrasi sebuah time to failure. Absis pada gambar 2.1 menunjukkan waktu sedangkan ordinat menunjukkan keadaan dari komponen / system. Jika komponen / system dalam keadaan up (tidak rusak) maka komponen / system ditunjukkan dengan angka 1 sebaliknya jika komponen / system dalam keadaan down (rusak) maka komponen / system ditunjukkan oleh angka 0.



Gambar 2.1
Ilustrasi TTF komponen atau system

II.2.2.3 Distribusi Probabilitas dalam Evaluasi Keandalan

A. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial merupakan distribusi yang paling banyak dipakai di dalam mengevaluasi keandalan system. Ciri utama dari distribusi ini adalah laju kegagalannya yang konstan.

☞ *Distribusi Eksponensial satu parameter*

Persamaan fungsi densitas probabilitas yaitu :

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad T \geq 0, \quad \lambda > 0 \quad (2.6)$$

dimana :

λ = constant failure rate

e = 2.718281828

T = operating time

Persamaan keandalannya yaitu :

$$R(t) = \int_0^{\infty} f(t) dt = e^{-\lambda t} \quad (2.7)$$

Persamaan fungsi failure rate eksponensial yaitu :

$$\lambda(T) = \frac{f(T)}{R(T)} = \lambda \quad (2.8)$$

☞ *Distribusi eksponensial dua parameter*

Persamaan fungsi densitas probabilitas yaitu :

$$f(T) = \lambda e^{-\lambda(T-\gamma)} \quad f(T) \geq 0, \quad \lambda > 0, \quad T \geq \gamma \quad (2.9)$$

dimana :

γ = location parameter

Persamaan keandalannya yaitu :

$$R(t) = e^{-\lambda(T-\gamma)} \quad (2.10)$$

Persamaan fungsi failure rate eksponensial yaitu :

$$\lambda(T) = \frac{f(T)}{R(T)} = \lambda \quad (2.11)$$

Persamaan MTTF yaitu :

$$\bar{T} = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.12)$$

B. Distribusi Normal

Distribusi normal, yang kadang - kadang direfer sebagai distribusi Gaussian merupakan distribusi probabilitas yang paling banyak dan sering dipakai di seluruh bidang statistik. Distribusi tersebut merupakan distribusi dua parameter yaitu \bar{T} dan σ_T .

Persamaan densitas probabilitas dari distribusi normal yaitu :

$$f(T) = \frac{1}{\sigma_T \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{T - \bar{T}}{\sigma_T} \right)^2} \quad (2.13)$$

$$f(T) \geq 0, \quad -\infty < T < \infty, \quad -\infty < \bar{T} < \infty, \quad \sigma_T > 0,$$

dimana :

\bar{T} = mean of the normal times to failure, hr.

σ_T = standart deviation of the times to failures, hr.

Fungsi keandalan dari sebuah komponen yang memiliki distribusi normal yaitu :

$$R(T) = \int_T^{\infty} \frac{1}{\sigma_T \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{T - \bar{T}}{\sigma_T} \right)^2} \quad (2.14)$$

Persamaan failure rate yaitu :

$$\lambda(T) = \frac{f(T)}{R(T)} \quad (2.15)$$

C. Distribusi Lognormal

Distribusi ini tidak banyak dipakai dalam evaluasi keandalan. Distribusi ini berhubungan dengan distribusi normal.

Persamaan fungsi densitas probabilitas dari distribusi lognormal yaitu :

$$f(t) = \frac{1}{T\sigma_T\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln T - \bar{T}'}{\sigma_T}\right)^2} \quad (2.16)$$

dimana :

$$\bar{T}' = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ln T_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i'$$

$$\sigma_T = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (T_i')^2 - N(\bar{T}')^2}{N-1} \right]^{\frac{1}{2}}$$

N = jumlah pengukuran yang dilakukan atau data TTF yang didapatkan.

Persamaan keandalannya yaitu :

$$R(t) = \int_0^{\infty} \frac{1}{T\sigma_T\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln T - \bar{T}'}{\sigma_T}\right)^2} dT \quad (2.17)$$

Persamaan failure rate yaitu :

$$\lambda(T) = \frac{f(T)}{R(T)} \quad (2.18)$$

Persamaan MTTF yaitu :

$$\bar{T} = e^{\bar{T} + \frac{1}{2}\sigma^2} \quad (2.19)$$

D. Distribusi Weibull

Distribusi weibull banyak dipakai karena distribusi ini memiliki shape parameter sehingga distribusi mampu untuk memodelkan berbagai data.

Jika time to failure dari suatu komponen adalah T mengikuti distribusi weibull dengan tiga parameter $\beta, \eta, \text{ dan } \gamma$, maka pdfnya dapat diekspresikan sebagai :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (2.20)$$

$$f(T) \geq 0, T \geq \gamma, \beta > 0, \eta > 0, -\infty < \gamma < \infty,$$

dengan

β = shape parameter,

η = scale parameter,

γ = location parameter,

jika nilai dari $\gamma = 0$, maka akan diperoleh persamaan distribusi weibull dengan dua parameter.

Persamaan keandalannya yaitu :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (2.21)$$

Persamaan failure rate yaitu :

$$\lambda(T) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{T-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (2.22)$$

Time to failure dari distribusi weibull adalah :

$$MTTF = \gamma + \eta \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \quad (2.23)$$

dimana $\Gamma()$ menyatakan fungsi gamma. Fungsi gamma dievaluasi dengan menggunakan nilai dari $\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$ dan dengan menggunakan table pada lampiran maka dapat ditentukan nilai fungsi gamma tersebut.

II.3 Human Reliability Assesment (HRA)

HRA merupakan perpaduan dari ilmu teknik dan keandalan dengan ilmu psikologi dan ergonomik. Tujuan dari dilakukannya analisa HRA adalah untuk mengidentifikasi kesalahan apa yang dapat terus terjadi, apakah sering kesalahan tersebut dilakukan dan bagaimana pengaruhnya terhadap sistem.

II.3.1 Definisi Masalah

Definisi masalah dilakukan untuk mendefinisikan secara tepat masalah dan latar belakangnya dari tujuan sistem. Bentuk-bentuk kesalahan manusia yang dapat menyebabkan penyimpangan terhadap fungsi sistem akan dicari. Antara manusia dan sistem terdapat beberapa interaksi yang harus diperhatikan, yaitu :

- Kesalahan perawatan yang dapat menyebabkan keamanan sistem berkurang
- Kesalahan dari operator sistem yang dapat menyebabkan kecelakaan internal maupun eksternal
- Tindakan perbaikan yang dilakukan oleh operator yang dapat menanggulangi kesalahan atau kegagalan secara sementara atau permanen.

- Kesalahan diagnosa yang dilakukan oleh operator yang dapat menyebabkan semakin parahnya kerusakan yang terjadi.
- Aksi dimana operator menyediakan peralatan untuk menunjang kinerja dari komponen – komponen sistem.

II.3.2 Analisa Pekerjaan (Task Analysis)

Analisa pekerjaan dimaksudkan untuk mendefinisikan hal-hal yang sebaiknya dilakukan oleh operator sehingga tujuan sistem dapat tercapai. Task Analysis digunakan atas dasar tiga prinsip yaitu :

1. Keselamatan; suatu sistem harus terjamin keamanannya, terutama bagi staff dan masyarakat, keutuhan sistem dan dampak terhadap lingkungan.
2. Produktifitas; task analysis dapat membantu memutuskan tentang dimana suatu proses harus bersifat otomatis dan bagaimana menjamin efisiensi. Identifikasi dan pengurangan bahaya juga akan dapat meningkatkan efisiensi.
3. Ketersediaan / Availability; suatu sistem harus mendapat perawatan yang memadai dan harus dijalankan dengan batas-batas yang ditentukan. Task analysis dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan perawatan dan menentukan kebutuhan peralatan pendukung.

Selanjutnya dari hirarki gugus tugas dapat dibuat tabular task analysis. Berdasarkan tabular task analysis selanjutnya akan ditentukan error mode yang berpotensi atau sering terjadi yang mana berpotensi menyebabkan kecelakaan. Dari hasil yang didapatkan kemudian akan dilakukan analisa terhadap semua kesalahan manusia yang mungkin terjadi yang berpotensi menyebabkan kecelakaan untuk dicarikan cara pencegahan dan penanggulangannya. Langkah analisa kesalahan manusia untuk selanjutnya disebut sebagai *human error analysis* (HEA)

II.3.3 Representasi atau Penggambaran Ulang

Tahap ini adalah memodelkan kesalahan manusia yang terjadi beserta penanggulangnya. Salah satu cara untuk menggambarkan rangkaian kesalahan manusia adalah dengan menggunakan fault tree. Adapun penjelasan maupun langkah yang dilakukan untuk pembuatan fault tree telah dijelaskan di atas. Pada tugas akhir ini pengkonstruksian fault tree didasarkan atas kasus kejadian atau kecelakaan yang terjadi di lingkungan PT. TPS yang berhubungan dengan proses bongkar muat petikemas.

BAB III

TINJAUAN PROSES BONGKAR MUAT DI TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

III.1 Proses Bongkar Muat di Terminal Petikemas Surabaya

Proses bongkar muat di TPS meliputi kegiatan bongkar muat di dermaga, container yard dan di container freight station. Proses bongkar muat tersebut merupakan bagian dari proses ekspor dan impor dengan menggunakan petikemas di TPS, proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Container diangkat dari kapal di dermaga kemudian diletakkan di atas trailer untuk dibawa ke CY.
2. Setelah trailer sampai di CY kemudian container akan ditempatkan dan diatur penimbunannya sementara.
3. Setelah ditimbun beberapa waktu, container selanjutnya akan dibawa langsung keluar pelabuhan atau dibongkar di CFS sesuai dengan status container.
4. Gate merupakan pintu keluar masuk container untuk kegiatan ekspor maupun impor.

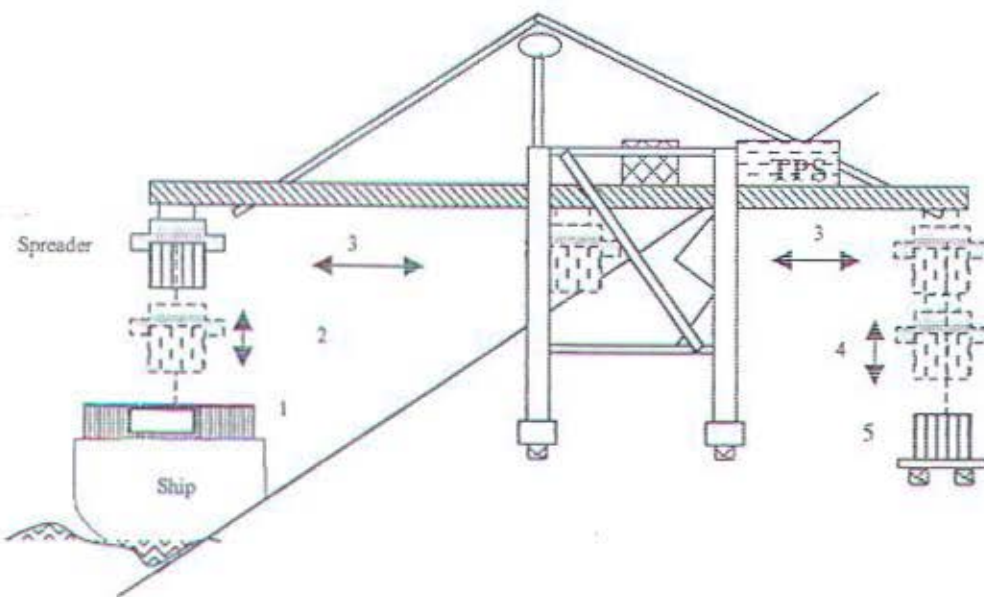
Kegiatan tersebut di atas dapat berlangsung sebaliknya, mulai dari gate, CFS/CY, dan terakhir dermaga.

III.1.1. Proses Bongkar Muat di Dermaga

Proses bongkar muat di dermaga sendiri terlihat pada gambar 3.1. Penjelasan dari gambar tersebut adalah sebagai berikut :

1. Container di kapal diangkat oleh Container Crane, spreader akan diturunkan ke ruang palka untuk mengambil container (hoist lowering/turun), setelah twistlock mengunci tiap sudut container.

2. Selanjutnya, container diangkat secara perlahan-lahan (gerakan ini disebut hoist naik).
3. Setelah berada pada ketinggian yang aman kemudian dilakukan lintasan menyeberang yaitu gerakan sepanjang trolley termasuk bagian-bagian spreader dan kabin sepanjang boom..
4. Setelah melakukan lintasan menyeberang dan berhenti pada posisi yang tepat untuk menurunkan container, gerakan selanjutnya adalah hoist lowering.
5. Setelah sampai di atas trailer twistlock akan terbuka, kemudian spreader diangkat ke atas untuk mengambil container yang lain. Selanjutnya trailer akan membawa container ke CY.

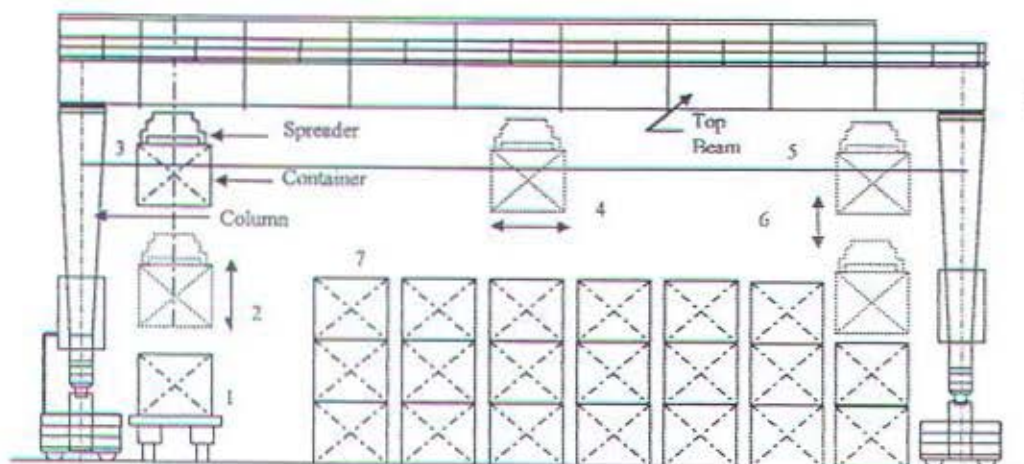


Gambar 3.1
Proses bongkar muat di dermaga

III.1.2. Proses Bongkar Muat di Container Yard

Setelah sampai di CY, kegiatan selanjutnya adalah penimbunan sementara. Proses bongkar muat di CY seperti terlihat pada gambar 3.2. Penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. Container di atas trailer diangkat oleh RTG. Setelah dilakukan gerakan hoist turun dan spreader berada tepat di atas container, twistlock akan mengunci.
2. Gerakan selanjutnya adalah hoist naik dimana spreader membawa container sampai pada ketinggian yang aman untuk gerakan trolley.
3. Spreader berada pada ketinggian yang aman untuk melakukan gerakan trolley.
4. Lintasan menyeberang yaitu gerakan trolley termasuk kabin dan spreader menghubungkan dari sisi satu ke sisi lain sepanjang lebar area penumpukan.
5. Posisi yang aman sebelum melakukan gerakan hoist lowering
6. Gerakan hoist lowering untuk menempatkan container di area penumpukan atau di atas container yang lain.
7. Hasil pengaturan/penumpukan container oleh RTG.



Gambar 3.2 Proses bongkar muat di container yard

III.1.3. Proses Bongkar Muat di Container Freight Station

Proses bongkar muat di CFS berbeda dengan di dermaga atau CY. Bongkar muat di CFS hanya sebatas kegiatan membongkar isi container atau menata/mengisi container dengan barang yang akan dikirim (stuffing – unstuffing process). Proses ini dilakukan oleh forklift.

III.2. Diskripsi Sistem, Subsystem dan Boundary Sistem Bongkar Muat

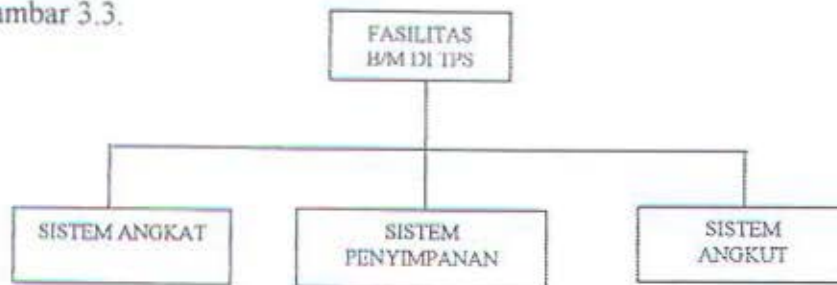
Sistem bongkar muat di terminal Petikemas Surabaya berfungsi untuk melakukan kegiatan mengangkat petikemas dari kapal dan menurunkannya ke trailer atau mengangkat petikemas dari trailer untuk ditempatkan di area penumpukan.

Adapun tiap-tiap sistem dilakukan pendefinisian yang jelas, yaitu sebagai berikut :

- Fasilitas bongkar muat di TPS adalah kumpulan dari beberapa sistem yang mendukung untuk terjadinya usaha bongkar muat yang meliputi angkat, angkut dan simpan.
- Sistem angkat adalah bagian dari fasilitas bongkar muat adalah bagian dari sistem bongkar muat yang bertugas untuk mengangkat container dari kapal dan menurunkannya ke trailer, mengangkat container dari trailer dan mengatur peletakkannya di container yard atau sebaliknya.
- Sistem Angkut adalah bagian dari sistem bongkar muat yang bertugas mengangkut container dari dermaga ke container yard / container freight station (CFS) dan sebaliknya dari CY / CFS ke dermaga.

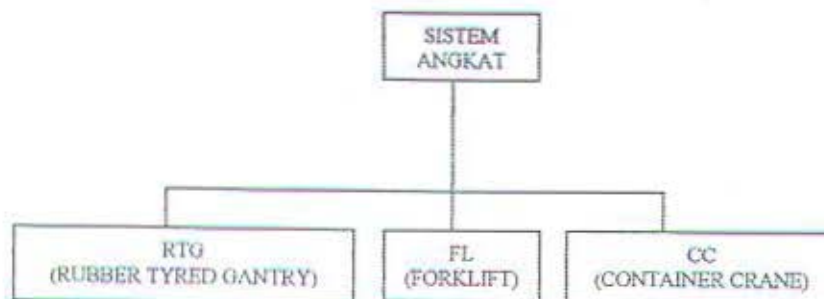
- Sistem Penyimpanan adalah bagian dari sistem bongkar muat sebagai tempat untuk menumpuk container sebelum dibawa ke dermaga atau keluar pelabuhan

Boundary sistem disini merupakan pendefinisian dari sistem, supaya apa yang dibahas tidak melebar jauh. Adanya batasan fasilitas bongkar muat di TPS dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Batasan fasilitas bongkar muat di TPS

Melihat batasan di atas, terlihat bahwa fasilitas bongkar muat dibatasi oleh sistem angkat, angkut dan simpan. Dalam pembahasan tugas akhir ini hanya akan dilakukan pembahasan pada sistem angkat. Hal ini dikarenakan sistem angkat merupakan sistem yang berhubungan dengan pengendalian petikemas yang mana resiko terhadap kecelakaan lebih banyak. Adapun batasan dari sistem angkat dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4. Boundary sistem angkat

A. Boundary Sistem dari RTG (Rubber Tyred Gantry)

Boundary sistem dari RTG meliputi sub sistem power, hoist, gantry, trolley, spreader dan sub sistem pendukung. Pembagian ini didasarkan pada fungsi dari setiap sub sistem.

Adapun keterangan dari setiap Sub sistem adalah sebagai berikut :

Subsistem Power Source (A)

Subsistem power dari RTG adalah sistem yang memberikan daya pada RTG, baik torsi maupun listrik. Adapun komponennya adalah engine dan generator (Genset).

Pada dasarnya main engine pada RTG adalah sama dengan komponen diesel engine yang lain, pada pembahasan ini part dari engine hanya dibatasi pada part yang sering mengalami kerusakan maupun yang sering dilakukan pengecekan dan perawatan. Part tersebut antara lain ring piston, fuel filter, oil filter dan radiator.

Generator adalah komponen yang merubah energi dari engine menjadi arus listrik yang digunakan untuk mendukung sistem yang lain seperti gantry, hoist dan penerangan. Jadi kerja generator hanya pada saat engine beroperasi saja.

Subsistem Hoist (B)

Subsistem hoist dari RTG adalah sistem yang mendukung pelaksanaan gerakan atau kegiatan mengangkat dan menurunkan container / petikemas dari trailer ke area penumpukan atau sebaliknya. Sub sistem ini terdiri dari motor hoist, sling hoist, drum hoist, fan pendingin, rem hoist, limit switch dan lain-lain.

Subsistem Trolley (C)

Subsistem trolley dari RTG adalah subsistem yang mendukung subsistem hoist dalam melakukan gerakan naik turun dan merupakan tempat dari kabin maupun

spreader digantungkan. Adapun subsistem ini dibatasi pada komponen motor trolley, limit switch dan gear box.

Subsistem Gantry (D)

Subsistem gantry dari RTG adalah sistem yang mendukung dalam hal gerakan RTG dari satu blok ke blok yang lain atau berjalan sepanjang area lintasan penumpukan petikemas. Subsistem ini terdiri dari motor gantry, rem, ban, pelindung roda, alat anti tabrakan, bel dan lampu peringatan.

Subsistem Spreader (E)

Spreader merupakan tempat yang digunakan untuk menaikkan, membawa serta menumpuk petikemas. Sistem ini terdiri dari pompa spreader, wire rope, pulley, guides, twistlock, electrical cable dan basket, rantai dan sambungannya.

Subsistem Pendukung (F)

Subsistem pendukung dari RTG adalah sistem yang bekerja untuk mendukung jalannya kerja RTG, meliputi : AC, rangka / portal frame, kabin operator dan peralatan keselamatan seperti tabung pemadam kebakaran dan horn. Rangka / portal frame adalah bingkai utama RTG yang terdiri dari top beam dan coloumn. AC adalah sistem yang ada dalam kabin operator untuk mendinginkan ruangan sehingga operator dapat nyaman bekerja. Kabin operator adalah tempat dimana operator melakukan semua jenis pengoperasian.

B. Boundary Sistem dari FL (Forklift)

Pembagian subsistem dari forklift didasarkan pada fungsi dari setiap subsistem yang mendukung proses kerja forklift. Adapun keterangan dari setiap subsistem adalah sebagai berikut:

Subsistem Transmisi (A)

Subsistem transmisi dari FL adalah sistem yang mengatur transmisi daya dari FL secara keseluruhan, dimana ada perpindahan daya dalam bentuk torsi dan moment yang dipindahkan dari sumber daya menuju pada peralatan lainnya.

Subsistem ini dibatasi pada komponen-komponen antara lain sebagai berikut: converter, oil cooler, automatic clutch release valve, filter transmisi, forward clutch, reverse clutch

Subsistem Hidrolic (B)

Subsistem Hidrolic adalah sistem dari FL yang melayani dalam hal hidrolic, yang berhubungan dengan fluida terutama tekanan-tekanan yang diberikan pada fluida untuk menggerakkan beban - beban berat, termasuk penyaluran fluida melalui hose hidraulic, untuk lebih jelasnya diperlihatkan dalam komponen-komponen yang bekerja dalam sistem ini antara lain adalah hidrolic pump, steering cylinder, lifting cylinder, dan hose pipe hidrolic

Subsistem Final Drive (C)

Subsistem Final drive adalah sistem yang melayani FL dalam hal olah gerak dari FL, olah gerak ini dibatasi pada maju mundur, belok kiri-kanan dan pengereman, serta pergerakan dari boom dengan rotatornya. Adapun komponen-komponenya antara lain meliputi:

- Brake sistem
- Roda

Brake sistem adalah sistem pengereman dari unit yang berfungsi untuk menahan laju unit saat beregerak ataupun saat diam (parking), sehingga laju/kecepatan unit sesuai dengan yang diinginkan operator.

Subsistem Power (D).

Subsistem power FL adalah sistem yang memberikan daya pada FL, baik torsi maupun listrik, adapun komponen-komponen yang ada sebagai berikut:

- Engine
- Battery
- Generator

Pada dasarnya main engine pada FL memiliki komponen yang sama dengan komponen engine diesel yang lain, pada pembahasan ini part dari engine dibatasi pada part yang sering dilakukan pengecekan dan perawatan, part-part tersebut antara lain adalah radiator cooler, fuel filter, v-belt, filter oil, valve dan ring piston

Battery adalah komponen yang menyediakan arus listrik DC sebagai suport unit FL untuk semua peralatan yang menggunakan energi listrik, adapun part dari battery tidak dicantumkan disini karena jika terjadi kerusakan battery, perusahaan lebih cenderung untuk mengganti battery tersebut dengan yang baru, dengan pertimbangan harga yang tidak terlalu mahal jika dibandingkan untuk mempertahankan dilakukannya perawatan. Disamping itu juga battery baru jelas memiliki performance yang lebih tinggi.

Generator adalah komponen yang merubah energi dari engine menjadi arus listrik yang digunakan untuk mengisi arus listrik pada battery, saat engine beroperasi secara otomatis arus listrik yang ada di unit FL disupport dari engine melalui acumulator. Jadi kerja acumulator pada saat engine beroperasi saja.

Subsistem Pendukung (E)

Subsistem pendukung adalah sistem yang bekerja untuk mendukung jalannya unit FL, meliputi: cab cabin, AC, mast dan lain-lain.

C. Boundary Sistem dari CC (Container Crane)

Boundary sistem dari CC meliputi subsistem power, hosit, gantry, trolley, spreader, boom, dan sub sistem pendukung. Pembagian ini didasarkan pada fungsi dari setiap subsistem. Adapun keterangan dari setiap subsistem adalah sebagai berikut :

Subsistem Power Source (A)

Subsistem power dari CC adalah sistem yang memberikan daya pada CC, berupa daya listrik. Adapun komponennya adalah engine dan generator

Pada dasarnya main engine pada CC adalah sama dengan komponen diesel engine yang lain, pada pembahasan ini part dari engine hanya dibatasi pada part yang sering mengalami kerusakan maupun yang sering dilakukan pengecekan dan perawatan. Part tersebut antara lain adalah ring piston, fuel filter, oil filter dan radiator.

Generator adalah komponen yang merubah energi dari engine menjadi arus listrik yang digunakan untuk mendukung sistem yang lain seperti gantry, hoist dan penerangan.

Subsistem Hoist (B)

Subsistem hoist dari CC adalah sistem yang mendukung pelaksanaan gerakan atau kegiatan mengangkat dan menurunkan container / petikemas dari trailer ke area penumpukan atau sebaliknya. Subsistem ini terdiri dari motor hoist, sling hoist, drum hoist, fan pendingin, rem hoist, limit switch dan lain-lain.

Subsistem Trolley (C)

Subsistem trolley dari CC adalah subsistem yang mendukung subsistem hoist dalam melakukan gerakan naik turun dan merupakan tempat dari kabin maupun spreader digantungkan. Adapun subsistem ini dibatasi pada komponen motor trolley, limit switch dan gear box.

Subsistem Gantry (D)

Subsistem gantry dari RTG adalah sistem yang mendukung dalam hal gerakan RTG dari satu blok ke blok yang lain atau berjalan sepanjang area lintasan penumpukan petikemas. Subsistem ini terdiri dari motor gantry, rem, ban, pelindung roda, bel dan lampu peringatan.

Subsistem Spreader (E)

Spreader merupakan tempat yang digunakan untuk menaikkan, membawa serta menumpuk petikemas. Sistem ini terdiri dari pompa spreader, wire rope, pulley, guides, twistlock, electrical cable dan basket, rantai dan sambungannya.

Subsistem Pendukung (F)

Subsistem pendukung dari CC adalah sistem yang bekerja untuk mendukung jalannya kerja CC, meliputi : AC, rangka / portal frame, kabin operator dan peralatan keselamatan seperti tabung pemadam kebakaran dan horn. Rangka / portal frame adalah bingkai utama CC yang terdiri dari top beam dan coloumn. AC adalah sistem yang ada dalam kabin operator untuk mendinginkan ruangan sehingga operator dapat nyaman bekerja. Kabin operator adalah tempat dimana operator melakukan semua jenis pengoperasian.

Subsistem Boom (G)

Subsistem ini mendukung CC dalam melakukan lintasan menyeberang (ke arah laut). Pada sistem ini terdiri dari dua gerakan yaitu boom up dan boom down. Boom up dilakukan setelah CC selesai melakukan operasi dan boom down dilakukan pada saat CC akan beroperasi untuk mengambil/menurunkan petikemas dari atau ke kapal. Komponen utama dari sistem ini adalah tiang boom dan motor boom.

III.3 Tinjauan Kecelakaan Kerja Pada Proses Bongkar Muat di TPS

Proses bongkar muat di TPS selalu terkait dengan permasalahan kejadian/kecelakaan kerja. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya adalah karena human error, prosedur kerja maupun peralatan atau permesinan bongkar muat. Data kecelakaan yang ada dikelompokkan berdasarkan faktor-faktor penyebabnya dan bagaimana dampaknya.

III.3.1 Kecelakaan Kerja, Penyebab dan Akibatnya

Kecelakaan kerja yang terjadi di TPS dikelompokkan berdasarkan penyebabnya yaitu, human error, trouble equipment dan lainnya (termasuk traffic & lingkungan).

Bulan	Jumlah Kejadian / Kecelakaan
Januari	2
Februari	6
Maret	5
April	8
Mei	14
Juni	9
Juli	10
Agustus	8
September	8
Oktober	6
November	10
Desember	8
Jumlah	94

Tabel 3.1 Data kejadian / kecelakaan di TPS tahun 2000

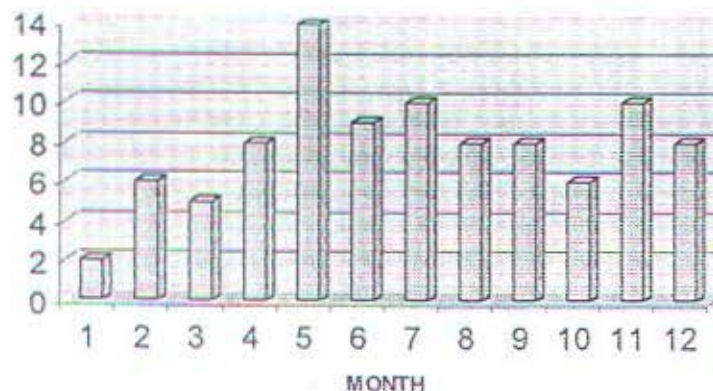
Kecelakaan kerja merupakan biaya kehilangan yang harus bisa di kontrol oleh pihak manajemen PT. TPS. Pada tahun 2000, permasalahan biaya kehilangan akibat kecelakaan, diantaranya adalah dalam bentuk claim yang harus dibayar oleh pihak TPS.

Model histogram pada Grafik 4.1.a,b dan c akan lebih menjelaskan mengenai hubungan kecelakaan setiap bulannya pada tahun 2000, baik faktor penyebabnya maupun claim yang harus di tanggung oleh TPS. Pada Grafik 4.c. tampak bahwa faktor

penyebab kecelakaan yang paling dominan adalah **Human Error (50%)**, kemudian **trouble equipment (37,5%)** dan yang lain adalah **12,5%** termasuk **traffic** dan **faktor lingkungan**. Akibat kecelakaan ini, TPS pada tahun 2000 mendapatkan 24 claim yang harus dibayarkan kepada pihak pengguna jasa bongkar muat. Claim ini diantaranya adalah untuk reparasi container, truk dan barang atau peralatan lain (claim kerusakan) milik pengguna jasa dan untuk biaya perawatan korban kecelakaan. Besarnya claim yang ditanggung TPS per tahun 2000 adalah sebesar **US S 23825,87** atau sekitar **Rp 238.258.700,00**.

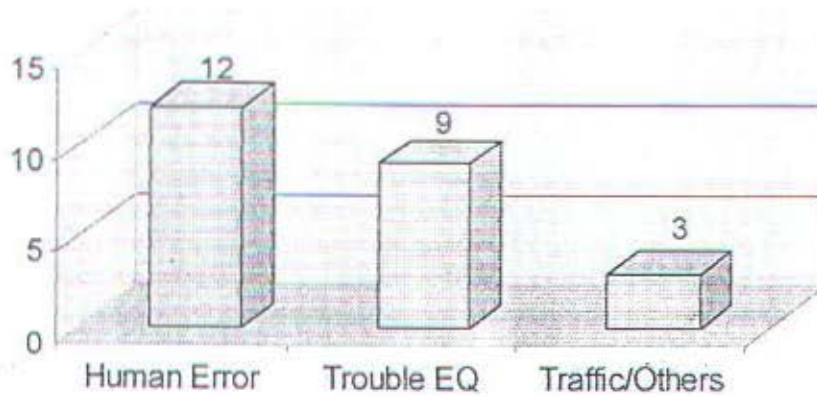
Berdasarkan claim yang dikeluarkan TPS pertahun 2000 yang hampir mencapai angka 240 juta rupiah. Berdasarkan fakta tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap bulannya TPS harus mengeluarkan biaya sebesar **20 juta rupiah**. Angka ini merupakan biaya kehilangan yang harus bisa diminimalkan oleh pihak manajemen TPS. Untuk dapat meminimalkan angka ini tentunya jumlah kecelakaan kerja yang terjadi pada tahun-tahun yang akan datang harus diminimalkan. Kecelakaan ini dapat diminimalkan dengan cara menganalisa faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan kecelakaan.

INCIDENT/ACCIDENT IN 2000



Grafik 3.1a Kejadian dan kecelakaan di TPS tahun 2000

THE BOTTOM OF ACCIDENT IN 2000

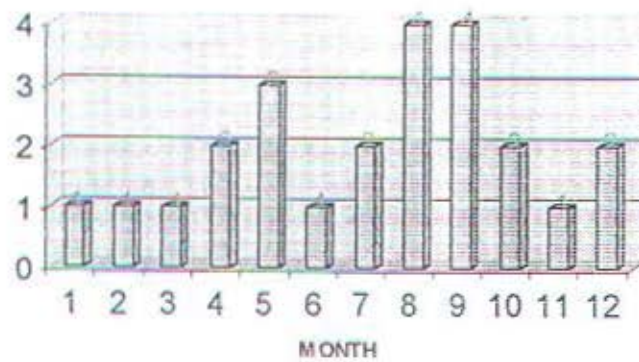


Grafik 3.1.b

Accident Caused by :

- a. Human Error : 50 %
- b. Trouble Equipment : 37,5 %
- c. Traffic/Others : 12,5 %

ACCIDENT IN 2000



Grafik 3.1.c

Claim that become TPS' s Responsibility January - Desember 2000

III.3.2 Analisis Kecelakaan Kerja di Terminal Petikemas Surabaya

Kecelakaan kerja yang terjadi di lingkungan TPS khususnya yang berkaitan dengan proses bongkar muat dapat dikelompokkan dalam tiga tempat yaitu dermaga, lapangan penumpukan (Container Yard) dan Container Freight Station).

Hasil dari pengelompokan tersebut diberikan pada tabel 4.2 dibawah ini. Data tersebut adalah data kecelakaan per tahun 2000 yang tercatat.

Tahun 2000	Tempat			
	TPS (kumulatif)	Dermaga	CY	CFS
jumlah	47	11	33	3

Tabel 3.2 Pengelompokan kecelakaan dilokasi bongkar muat

Berdasarkan data tersebut dapat pula ditentukan tingkat keparahan pada para pekerja di lingkungan PT, TPS. Tingkat keparahan kecelakaan yang terjadi di TPS dikelompokkan menjadi beberapa yaitu :

1. Kematian (fatal), yaitu kecelakaan yang menyebabkan kematian pada diri pekerja.
2. Cidera (injuries), yaitu kecelakaan yang menyebabkan cidera cacat.

Meliputi: minor (ringan), moderate (sedang) dan serious (berat).

Pengelompokkan menurut kategori diatas diberikan pada tabel 3.3 dibawah ini.

Kecelakaan Berakibat	Jumlah
Fatal	5
Serious	2
Moderate	3
Minor	5
total	15

Tabel 3.3 Kecelakaan berakibat fatal dan cacat / cidera

Kecelakaan dapat disebabkan karena dua hal yaitu *Unsafe Act* dan *Unsafe Condition*. Unsafe act atau perbuatan atau tindakan yang menyebabkan tidak aman dapat berupa ketidakhatian pekerja, melanggar aturan, menggunakan metode yang salah, tidak memakai peralatan pelindung diri dan lain-lain. Sedangkan unsafe condition atau lingkungan yang menyebabkan tidak aman dapat berupa peralatan kerja/mesin yang tidak efektif, lingkungan yang kurang aman (misalnya karena cuaca buruk, angin yang kencang,dll)

Berdasarkan hal tersebut, pengelompokan kecelakaan berdasarkan unsafe act dan unsafe condition diberikan pada tabel 3.4.

Penyebab	Tempat / lokasi		
	Dermaga	CY	CFS
Unsafe Act	2	23	1
Unsafe Condition	9	10	2
Jumlah	11	33	3

Tabel 3.4 Kecelakaan berdasarkan penyebabnya

Jumlah kecelakaan tahun 2000 yang disebabkan oleh unsafe act dikelompokkan seperti pada tabel 3.5.

Unsafe Act Penyebab	Tempat/lokasi		
	Dermaga	CY	CFS
Tidak menggunakan alat pelindung diri	0	3	1
Tidak hati-hati (melakukan perbuatan berbahaya)	2	20	1
Menggunakan metode yang salah	3	2	0
Jumlah	5	25	2

Tabel 3.5 Kecelakaan berdasarkan unsafe act

Sedangkan pengelompokan kecelakaan berdasarkan Unsafe Condition diberikan pada tabel 3.6.

Penyebab	Tempat/lokasi		
	Dermaga	CY	CFS
Peralatan kerja atau mesin yang tidak efektif	9	5	2
Lingkungan yang kurang aman	3	5	0
Jumlah	12	10	2

Tabel 3.6 Kecelakaan berdasarkan unsafe condition

III.3.3 Perhitungan Statistik Berdasarkan Metode ANSI

Untuk mengetahui pandangan secara menyeluruh mengenai kecelakaan yang terjadi pada suatu periode, dalam hal ini adalah periode tahun 2000 di PT. TPS digunakan ukuran statistik yang mengikuti standar ANSI.

Berdasarkan persamaan ukuran statistik 2.1 – 2.5 pada bab II maka diperoleh ukuran statistik seperti pada tabel 3.7. Pada tahun 2000, diketahui bahwa :

- Jumlah karyawan yang terlibat kerja seluruhnya sebanyak 650 orang
- Kecelakaan kerja berakibat fatal, serious dan moderate adalah 15 kejadian
- Pada tahun tersebut tercatat 300 hari kerja, masing-masing 8 jam kerja dan jumlah jam kerja yang hilang karena kecelakaan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kematian $5 \times 6000 \text{ hari} = 30000$

2. Cacat kaki $1 \times 2400 \text{ hari} = 2400$

Total hari yang hilang adalah 32400 hari

- Jumlah jam kerja orang yang digunakan sebagai dasar perhitungan adalah (650 karyawan x 300 hari kerja x 8 jam) – (32400 hari prang x 8 jam) = 1300800 jam kerja orang)

Periode Tahun 2000	Ukuran Statistik Kecelakaan				
	FR	SR	ni	FSI	SII
	11.53	24907	0.29	0.54	1.53

Tabel 3.7 Ukuran statistik berdasarkan metode ANSI

Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tingkat kekerapan atau Frequency Rate (FR) adalah sebesar 11,53 angka ini berarti bahwa untuk 650 karyawan yang bekerja selama 1000000 jam terjadi 11,53 kali kecelakaan.
2. Tingkat keparahan (Saverity Rate (SR)) adalah sebesar 24907 angka SR = 24907 berarti bahwa dalam Terminal Petikemas Surabaya tersebut dalam waktu 1000000 jam waktu produktif selama 24907 hari hilang.
3. Indikator Cidera berakibat cacat atau Disabeling Injury Index (ni) adalah sebesar 0,29
Angka ini merupakan angka pengalaman kecelakaan yang terjadi pada tahun yang bersangkutan yaitu tahun 2000), oleh karena itu pada tahun berikutnya angka ini diharapkan dapat ditekan.
4. Indikator kekerapan-kekerapan (Frequency Severity Indikator (FSI)) adalah sebesar 0,54
Angka ni = 0,54 merupakan angka patokan untuk mengadakan perbaikan. Hal ini berarti bahwa untuk periode tahun berikutnya angka ini harus ditekan kurang dari

0,54 untuk dapat menunjukkan prosen perbaikan terhadap usaha keselamatan kerja dari tahun sebelumnya.

5. Index Cidera berat atau Serious Injury Index (SII) adalah sebesar 1,53

Angka SII = 1,53 mempunyai pengertian bahwa selama satu juta jam karyawan akan memperoleh cidera sebesar 1,53.

BAB IV ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PERALATAN PENDUKUNG PROSES BONGKAR MUAT

IV.1 Umum

Peralatan bongkar muat merupakan aspek yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja di lingkungan PT. Terminal Petikemas Surabaya. Berdasarkan data statistik diketahui bahwa kecelakaan yang disebabkan oleh *troubel equipment* mencapai 37,5 %. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan berusaha menganalisa sejauh mana pengaruh peralatan pendukung kegiatan bongkar muat di TPS berpengaruh terhadap kecelakaan kerja.

Pada analisa ini peralatan yang akan dianalisa adalah Forklift, Rubber Tyred Gantry, dan Container Crane. Forklift merupakan alat untuk mendukung kegiatan handling barang di Container Freight Station (CFS), RTG merupakan peralatan untuk kegiatan handling petikemas di lapangan penumpukkan / Container Yard (CY) dan CC merupakan alat untuk handling petikemas di Dermaga. Penjelasan mengenai peralatan tersebut sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

IV.2. Analisa Keselamatan Kerja dengan metode FMEA dan FTA

FMEA merupakan analisa yang lebih menekankan pada botton-up approach. Penjelasan lebih lanjut tentang FMEA telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pada analisa ini akan diidentifikasi penyebab kegagalan komponen, efek kegagalan komponen terhadap sistem bongkar muat di CFS, CY dan Dermaga yang mungkin berpotensi menyebabkan kecelakaan di ketiga tempat tersebut.

IV.2.1 Analisa FMEA untuk Forklift

Berdasarkan data perawatan yang mencakup tentang kerusakan komponen, selanjutnya data tersebut dikelompokkan menurut subsistem masing-masing, seperti terlihat dalam lampiran. Langkah selanjutnya adalah membuat fungsi dan kegagalan fungsional. Fungsi dan kegagalan fungsional dari unit FL dapat dilihat dalam tabel 4.1 Untuk mempermudah dalam melihat kegagalan fungsional pada komponen – komponen maka dibuat suatu matrik seperti terlihat dalam tabel 4.2, dengan memberikan tanda silang pada kotak pertemuan antara kegagalan fungsional dengan komponen yang mengalami kegagalan. Setelah itu baru masuk pada pembuatan *failure mode and effects analysis*.

Fungsi dan Kegagalan Fungsional		
No Fungsi	No Kegagalan Fungsi	Diskripsi
A Sub Sistem Transmisi		
A.1	A.1.1	Merawat sistem transmisi
	A.1.2	Pergantian gigi transmisi kurang baik Gagal transmisi ke konverter
B Sub sistem Hidrolik		
B.1	B.1.1	Penyediaan dan sirkulasi oli hidrolik
	B.1.2	Kebocoran pada hose hidrolik
B.2	B.2.1	Gagal suplai tekanan karena pompa hidrolik Kerja oleh tekanan hidrolik
	B.2.2	Gagal mengangkat lift boom Gagal pada tilt hidrolik
C Sub Sistem Final Drive		
C.1	C.1.1	Gagal manuver ke kiri dan ke kanan secara halus
D.1 Sub Sistem Power		
D.1	D.1.1	Berhubungan dengan listrik
	D.1.2	Gagal suplai arus listrik pada alternator Gagal suplai arus listrik karena baterai
E Sub Sistem Pendukung		
E.1	E.1.1	AC tidak dingin
	E.1.2	Pengaman penahan fork tipis
	E.1.3	Iner mast tidak lurus
	E.1.4	Conector pipe grease tidak berfungsi
	E.1.5	Roller mast tidak berputar
	E.1.6	Gagal menahan beban pada fork untuk kesetimbangan

Tabel 4.1 Fungsi dan kegagalan fungsional FL

No	Kegagalan fungsional	A 1.1	A 1.2	B 1.1	B 1.2	B 2.1	B 2.2	C 1.1	D 1.1	D 1.2	E 1.1	E 1.2	E 1.3	E 1.4	E 1.5	E 1.6
	Equipment															
1	Gear converter		X													
2	Gear transmisi	X														
3	Plate ring		X													
4	Pompa hidrolis				X	X	X									
5	Tridoring			X												
6	Hose hidrolis			X		X										
7	Seal lift boom					X										
8	Hose tilt hidrolis			X			X									
9	Ban							X								
10	Baut roda							X								
11	Accu									X						
12	V-belt alternator								X							
13	Terminal battery									X						
14	Iner mast												X			
15	Conector pipe grease													X		
16	Plate penahan fork											X				
17	Valve timbangan															X
18	Bearing roller mast														X	
19	AC										X					

Tabel 4.2 Matrik kegagalan fungsional FL

Discription of Unit		Discription of Failure			Effect of Failure		Severity Rangking	Risk Reducing Measures
Ref. No	Fungsi	Failure Mode	Failure Mechanism	Detection of Failure	On Componen In The Subsystem	On The System Function		
Kegagalan fungsional : A1.1 Pergantian gigi transmisi kurang baik								
Gear rim transmisi	Pergantian transmisi gigi	1. Gear rim tidak rata 2. Jarak gear tidak tepat / sesuai	1. Karena pemakaian / usia 2. Kejutan dari torsi yang besar	Visual	1. Transmisi energi kurang sempurna 2. Bunyi yang kurang halus	1. Sistem gagal / tidak berhasil 2. Fl kehilangan sebagian power	A	Harus hati-hati jika timbul gejala bunyi yang kasar saat pergantian gigi transmisi, segera ganti transmisi
Kegagalan fungsional : A.1.2 gagal transisi ke converter								
Gear converter	Transmisi ke converter	Jarak gear tidak sesuai	Kejutan dari torsi yang besar	Visual	Mata gear akan semakin habis	Transmisi kurang baik, Fl kehilangan sebagian power	B	Dilakukan pengecekan jika gejala tersebut timbul, cari penyebabnya! Dan jika perlu ganti gear
Plate ring	Untuk penyekat	Ring aus	Karena gesekan rambatan kerusakan dari gear converter		Plate ring putus	Kebocoran pada sistem, Fl tidak dapat beroperasi	B	Ganti plate ring
Kegagalan Fungsional : B.1.1 Kebocoran pada hose hidrolik								
Tridoring	Sebagai penyekat	Tridoring tidak dapat menyekat	Karena tekanan, temperatur		Kebocoran pada hose	Sistem yang terjadi kebocoran tidak berfungsi	C	Dilakukan pengecekan tiap hari ! adakah kebocoran yang terlihat pada bagian transmisi?
Hose hidrolik	Hose hidrolik	Terjadi kebocoran	1. gesekan 2. temperatur tinggi 3. fitting yang tidak tepat	Visual	Oli hidrolik mluber keluar	Sistem yang terjadi kebocoran tidak berfungsi	B	Dilakukan pengecekan tiap hari ! adakah kebocoran yang terlihat pada hose ini?
Kegagalan fungsional : B.1.2 Gagal suplai tekanan karena pompa hidrolik								
Pompa hidrolik	Untuk mensuplai tekanan	1. Gagal pada bearing (aus / gesekan) 2. Katup bocor	1. Karena usin 2. Kerusakan katup	Pressure indicator	1. Pompa tidak beroperasi 2. Tekanan fluida tidak tercapai	1. Gagal beroperasi untuk sistem yang berhubungan dengan pompa Sama 2.	A	Cek tekanan yang dihasilkan pompa dari pengukuran tekanan setiap hari
Kegagalan fungsional : B.2.1 Gagal mengangkat lift boom								
Pompa hidrolik	Untuk mensuplai tekanan	1. Gagal pada bearing, aus /	1. Karena usin 2. Kerusakan	Pressure indicator	1. Pompa tidak beroperasi	1. Gagal beroperasi	A	Cek tekanan yang dihasilkan pompa dari

		2. gesekan 3. Katup bocor			2. Tekanan fluida tidak tercapai	untuk sistem yang berhubungan dengan pompa Sama		pengukuran tekanan setiap hari	
Hose hidrolik	Untuk menyalurkan oli hidrolik	Bocor	1. Gesekan 2. Temperatur tinggi 3. Fitting yang tidak tepat	Visual	Oli hidrolik meluber keluar	Sistem hidrolik gagal	B	Cek tekanan yang dihasilkan pompa dan pengukuran tekanan setiap hari	
Seal lift boom	Sebagai penyekat	Tidak dapat menyekat	1. Usia pemakaian 2. Temperatur tinggi		Kebocoran lokal	Sistem hidrolik tidak bekerja	B	Ganti sesegera mungkin	
Kegagalan fungsional : B.2.2 gagal pada tilt hidrolik									
Pompa hidrolik	Untuk mensuplai tekanan	1. Gagal pada bearing, aus / gesekan 2. Katup bocor	1. Karena usia 2. Kerusakan	Pressure indicator	1. Pompa tidak beroperasi 2. Tekanan fluida tidak tercapai	1. Gagal beroperasi untuk sistem yang berhubungan dengan pompa Sama	A	1. Cek tekanan yang dihasilkan pompa dan pengukuran tekanan setiap hari 2. Ganti katup	
Hose hidrolik	Untuk menyalurkan oli hidrolik	Bocor	1. Gesekan 2. Temperatur tinggi 3. Fitting yang tidak tepat	Visual	Oli hidrolik meluber keluar	Sistem hidrolik gagal	B	Dilakukan pengecekan setiap hari, adakah kebocoran pada hose	
Kegagalan fungsional : C.3.1 Gagal manuver ke kiri dan kanan secara haus									
Ban	Mendukung gerakan manuver	Ban tipis / pecah	Usia pemakaian	Visual	Ban menjadi tipis dan rawan pecah	Tidak dapat bergerak dan FL tidak bisa dioperasikan	B	Ganti ban secepatnya	
Baut roda	Pengencang roda	Tidak lurus	Tekanan beban yang kuat	Visual	Dratt hubis dan tidak lurus	Berbahaya untuk manuver	C	Ganti sesegera mungkin	
Kegagalan fungsional : D.1.1 Gagal suplai arus listrik pada alternator									
Pulley tension belt	Membantu transmisi energi ke alternator	Belt putus	Karena usia / pemakaian	Visual	Transmisi energi ke alternator gagal	Suplai power ke alternator gagal, kekurangan power	C	Lakukan pengecekan tiap 500 jam operasi	
Kegagalan fungsional : D.1.2 Gagal suplai arus listrik pada baterai									
Acu	Untuk suplai listrik	Sell acu rusak	Usia pemakaian		Tidak dapat charge		C / D	Ganti sesegera mungkin	
Terminal baterai	Untuk charge	Terminal aus	Penekramannya kurang	Visual	Charge tidak sempurna		C	Sama	

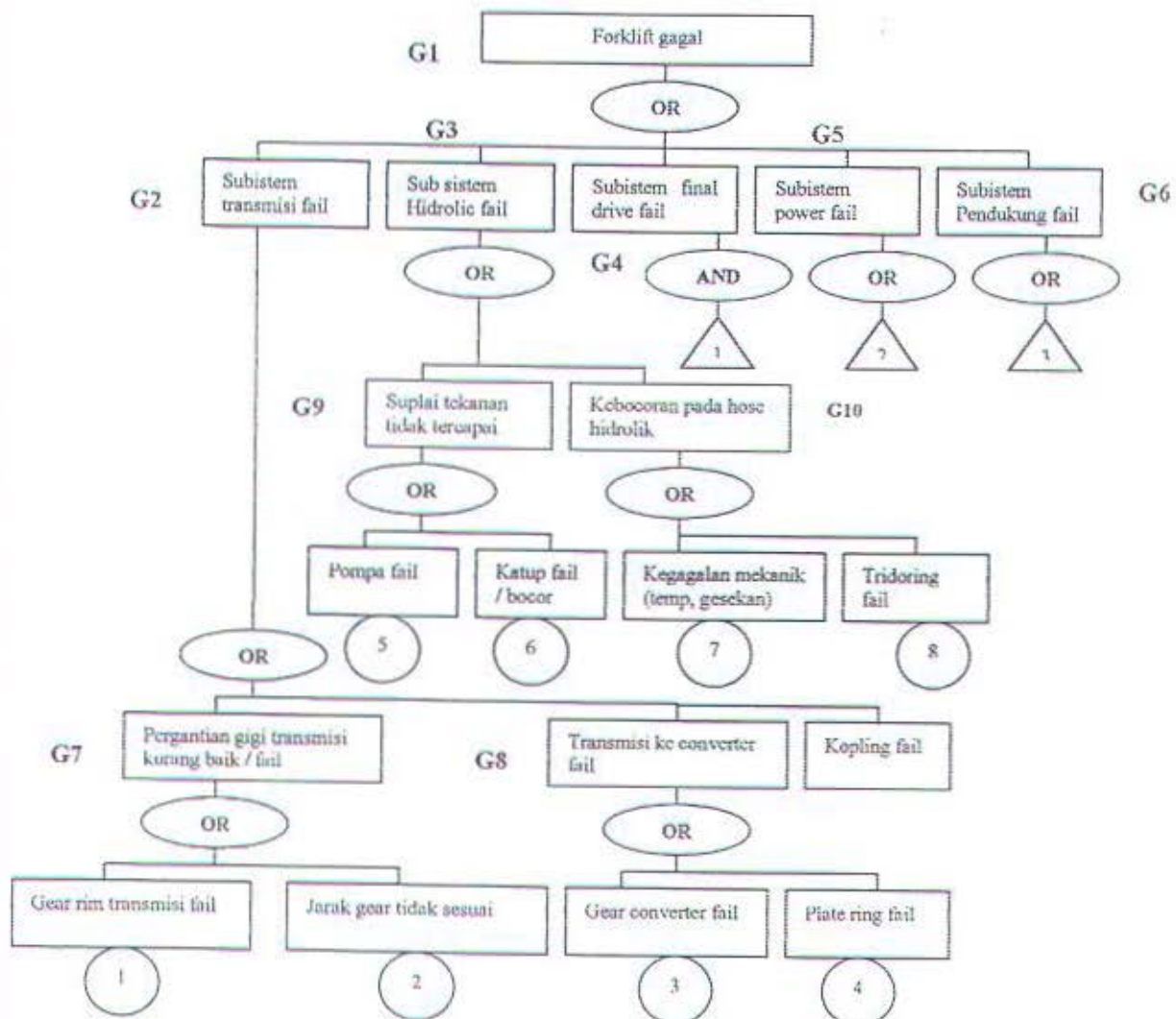
Kegagalan Fungsional : E.1.1 AC tidak dingin								
Fan AC	Sirkulasi udara	Tidak berputar	Pin ring pin fan lepas		Suhu cab tinggi		D	
Kegagalan Fungsional : E.1.2 Gagal dalam pengaman penahan fork								
Plate penahan	Untuk penahan fork	Tipis	Karena gesekan	Visual	Plate tipis	Hentakan sangat keras, jika berlangsung terus proses kerja dengan FL terhambat	C	Ganti secepatnya
Kegagalan Fungsional : E.1.3 Iner mast tidak lurus								
Iner mast	Untuk menahan beban	Tidak lurus	Kesalahan operator	Visual	Iner mas tidak dapat menahan beban dengan baik	Gagal	B	Ganti sesegera mungkin
Kegagalan Fungsional : E.1.4 Conector grease tidak berfungsi								
Pipe grease	Untuk mendukung pelumasan	tersumbat	Ada kotoran		Tidak berfungsi	Berbahaya jika sistem tidak dilumasi (greasing)	C	Dampak yang lebih besar dapat terjadi
Kegagalan Fungsional : E.1.5 Roller mast tidak berputar								
Roller mast	Mendukung fungsi mast (naik / turun)	Tidak berputar	Bearing rusak	Visual	Tidak berputar	Mast tidak berfungsi maksimal, gagal jika dioperasikan terus menerus	B	Segera ganti agar tiang mast dapat bekerja dengan baik
Kegagalan Fungsional : E.1.6 Gagal menentukan beban pada fork untuk kesetimbangan								
Valve timbangan	Menentukan beban	Tidak berfungsi	Usia pentakaran		Buka tutup valve tidak jalan	Stabilitas mast diragukan, sensor timbangan tidak berfungsi, pengoperasian FL terganggu	C	Perbaiki, jika tidak mungkin ganti valve

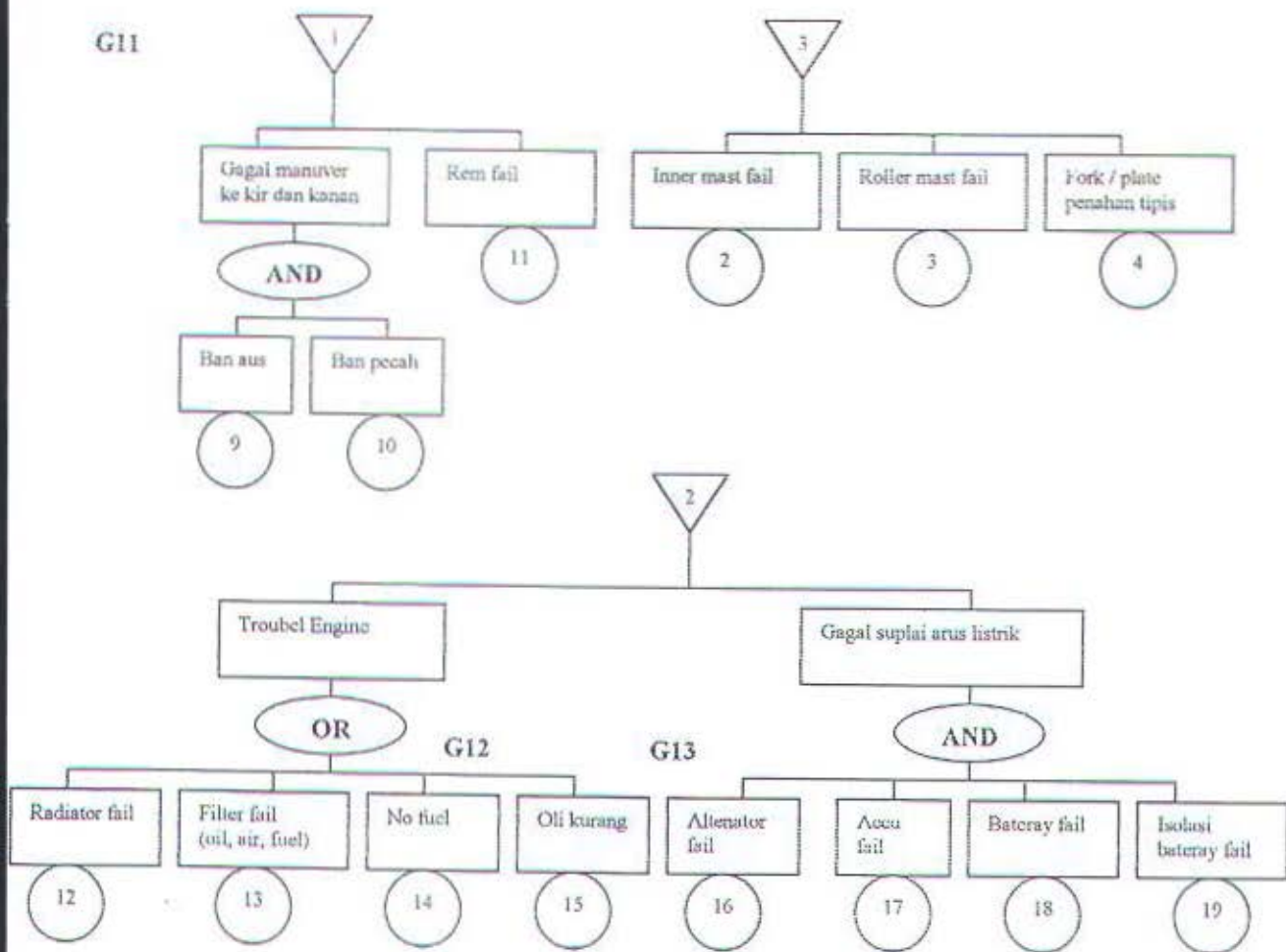
Tabel 4.3 FMEA untuk fork liit

IV.2.2 FTA Untuk Forklift

Evaluasi FTA mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah dapat memberikan informasi penyebab kegagalan sistem bongkar muat yang mana berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja. Untuk mengetahui komponen-komponen yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada suatu sistem dapat dilakukan dengan MOCUS (Method Obtain Cut Set).

Pengkonstruksian FTA akan memudahkan dalam mendapatkan Mocus. Hasil FTA untuk FL diberikan pada gambar 4.1 dibawah ini.





Gambar 4.1 FTA kegagalan Forklift

Berdasarkan fault tree di atas maka di dapatkan cut set seperti terlihat dalam tabel 4. di bawah ini

G1 is or gate	G6 is or gate	G10 is or gate	MINIMAL CUT SET
G2 G3 G4 G5 G6	G7 G8 G9 G10 G11, 11 G12 G13 12 13 14	1 2 3 4 5 6 7 8 G11, 11 G12 G13	{1} {2} {3} {4} {5} {6} {7} {8} {9, 10, 11} {12} {13} {14} {15} {16} {17} {18} {19, 20, 21, 22}
G2 is or gate G7 G8 G3 G4 G5 G6	G7 is or gate 1 2 G8 G9 G10 G11, 11 G12 G13 12 13 14	G11 is and gate 1 2 3 4 5 6 7 8 9, 10, 11 G12 G13 12 13 14	
G3 is or gate G7 G8 G9 G10 G4 G5 G6	G8 is or gate 1 2 3 4 G9 G10 G11, 11 G12 G13 12 13 14	G12 is or gate 1 2 3 4 5 6 7 8 9, 10, 11 15 16 17 18 G13 12 13 14	
G4 is and gate G7 G8 G9 G10 G11, 11 G5 G6	G9 is or gate 1 2 3 4 5 6 G10 G11, 11	G13 is and gate 1 2 3 4 5 6 7 8 9, 10, 11 15 16 17 18 20, 21, 22 12 13 14	
G5 is or gate G7 G8 G9 G10 G11, 11 G12 G13 G6	G11, 11 G12 G13 12 13 14		

Tabel 4. 4 Mocus FTA kegagalan Fork lift

IV.2.3 Analisa FMEA untuk Container Crane

Fungsi dan kegagalan fungsional, maupun matrik kegagalan fungsional dari container crane diberikan pada tabel 4.5 dan tabel 4.6. Setelah itu baru masuk pada pembuatan *failure modes and effects analysis*. Hasil dari FMEA uni container crane diberikan pada tabel 4.7.

Fungsi dan Kegagalan Fungsional		
No Fungsi	No Kegagalan Fungsi	Diskripsi
A Sub Sistem Power Source		
A.1	A.1.1	Menghasilkan daya untuk keperluan crane
	A.1.2	Gagal suplai arus listrik
	A.1.3	Engine gagal start
		Over speed engine
B Sub Sistem Hoist		
B.1	B.1.1	Berfungsi untuk melakukan gerakan hoisting dan lowering
	B.1.2	Tidak dapat melakukan hoisting / hoisting fail
		Gagal melakukan gerakan lowering
C Sub Sistem Trolley		
C.1	C.1.1	Melakukan gerakan trolley / lintasan meyeberang
		Gagal melakukan gerakan trolley
D.1 Sub Sistem Gantry		
D.1	D.1.1	Berfungsi untuk melakukan lintasan panjang
		Gagal melakukan gerakan gantry
E Sub Sistem Spreader		
E.1	E.1.1	Berfungsi menghubungkan petikemas yang akan diangkat / diturunkan
	E.1.2	Tidak dapat lock / unlock
	E.1.3	Tidak dapat 20-40 ft
		Kebocoran pada rubber hose
F Sub Sistem Pendukung		
F.1	F.1.1	Mendukung operasi crane / kenyamanan operator
	F.1.2	AC tidak dingin
		Struktur (rangka / frame berkarat / retak)
G Sub Sistem Boom		
G.1	G.1.1	Sebagai lintasan untuk gerakan trolley / mengambil petikemas
		Gagal melakukan gerakan boom up / down

Tabel 4.5 Fungsi dan kegagalan fungsional CC

No	Kegagalan fungsional	A 1.1	A 1.2	A 1.3	B 1.1	B 1.2	C 1.1	D 1.1	E 1.1	E 1.2	E 1.3	F 1.1	F 1.2	G 1.1
	Equipment													
1	Engine	X	X	X										
2	Battery		X											
3	Proximity switch								X					
4	Telescopic									X				
5	Rubber hose spreader										X			
6	Twist lock								X					
7	Spreader pump									X				
8	DC generator hoist	X			X	X								
9	Motor hoist				X	X								
10	Motor boom				X	X	X							X
11	Motor trolley				X	X	X							
12	Motor gantry							X						
13	Limit switch gantry							X						
14	AC											X		
15	Struktur												X	
16	Fuse generator	X												X
17	Wire rope				X	X	X							

Tabel 4.6 Matrik kegagalan fungsional CC

Discription of Unit		Discription of Failure			Effect of Failure		Severity Rangking	Risk Reducing Measures
Ref. No	Fungsi	Failure Mode	Failure Mechanism	Detection of Failure	On Componen In The Subsystem	On The System Function		
Kegagalan fungsional : A1.1 Gagal suplai arus listrik								
Battery Fuse generator	Memberikan daya listrik / starting Pengaman	Battery rusak Fuse field	Karena pemakaian Pengaruh listrik, pemakaian	Voltmeter / amperemeter	Engine tidak beroperasi	Suplai daya untuk ee gagal Suplai listrik terganggu	A	Ganti battery untuk engine Ganti fuse 40 A
Kegagalan fungsional : A.1.2 Engine gagal start								
Engine	Menghasilkan daya untuk CC	Tidak dapat start	Battery rusak		Tidak ada daya	CC beroperasi gagal	A	Check & restart engine
Kegagalan fungsional : A.1.3 over speed engine								
Engine	Memberikan daya	Over speed			Jika dibiarkan akan merusak engine	Suplai daya terganggu	B	Restart engine
Kegagalan Fungsional : B.1.1 / B1.2 hoisting / lowering fail								
Motor hoist	Memutar drum hoist, menggerakkan wire rope	Motor overheated, blower failure Karena usia	Pengaruh suhu		Motor fail / tidak beroperasi	Gerakan hoist terganggu, b/m gagal	B	Ganti blower, ganti motor
Wire rope	Menghubungkan spreader untuk gerakan naik/turun	Rusak atau aus, Putus Karat Kusut	Karena usia / pemakaian, Over load Karena usia (cuaca) Peregangan / panas	Visual	Wire rope putus Loss of metal	Hoist tidak berfungsi	B	Ganti wire rope
Motor boom	Menghasilkan putaran untuk gerakan naik turun boom	Boom fan motor fail Bearing aus	Karena short (konekteling) Karena usia		Motor overheated Putaran motor terganggu	Motor rusak, proses terganggu	B	Ganti fan motor boom, jika motor rusak ganti Ganti bearing
Motor trolley	Menghasilkan putaran untuk mendukung gerakan menyeberang	Motor overheated Bearing rusak	Karena suhu Usia pemakaian		Motor tidak beroperasi	Tidak bisa gerakan hoist, prose b/m terganggu	B	Ganti motor hoist
DC generator	Mensuplai listrik	Fuse field Motor fan generator rusak	Karena usia		Tidak menghasilkan daya listrik	Motor gagal beroperasi	B	Ganti bearing Ganti motor fan generator, ganti fuse
Kegagalan fungsional : C.1.1 Melakukan gerakan trolley								
Motor trolley	Menghasilkan putaran untuk gerakan menyeberang kabin dan spreader	Gagal pada bearing	Karena usia		Motor tidak beroperasi	Gagal melakukan gerakan trolley	B	Ganti motor trolley
Kegagalan fungsional : D.1.1 Gagal melakukan gerakan gantry								
Motor gantry	Menghasilkan putaran	Bearing aus	Karena pemakaian		Motor tidak	Trolley tidak		Mengganti motor trolley

	untuk menggerakkan CC sepanjang lintasan panjang	Brake aus Motor berputar tidak	/aus Usia / aus Tidak ada listrik		beroperasi Sama Sama	berfungsi	B	Mengganti bearing Check contactor supali listrik Mengganti fuse	
Limit switch	Untuk keselamatan selama lintasan	Limit switch fail	Karena gesekan		Limit switch tidak berfungsi	Berbahaya untuk lintasan panjang Gerakan gentry fail	B / C	Mengganti limit switch	
Reil	Tempot untul lintasan	Aus / tidak rata	Usia / beban yang kuat	Visual	Reil aus	Berbahaya untuk lintasan	B	Perbaiki reil	
Kegagalan fungsional : E.1.1 Spreader tidak dapat lock / unock									
Proximity switch	Sensor untuk mengunci petikemas	Tidak berfungsi	Karena listrik Gesekan		Tidak berfungsi / sensor terganggu	Penguncian petikemas terganggu	C	Mengganti proximity switch	
Rubber hose spreader	Untuk menyunturkan oli hidrolik	Bocor	Gesekan Temperatur tinggi	Visual	Oli hidrolik meluber ke luar	Sistem hidrolik pada spreader gagal	B / C	Pengecekan hose setiap hari, mengganti rubber hose	
Twistlock	Untuk mengunci petikemas	Tidak berfungsi (faulty twistlock)	Gesekan / aus		Tidak dapat mengunci	Spreader gagal mengangkat petikemas	C / D	Mengganti twist lock	
Spreader pump	Mengaktifkan twistlock & mengulur spreader	Gagal pada bearing Terjadi kebocoran	Karena usia Katup rusak		Pompa tidak dapat beroperasi	Pengoperasian spreader terganggu	B / C	Mengganti pompa, komponen yang rusak Ganti katup	
Kegagalan fungsional : E.1.2 Tidak dapat 20 atau 40 ft									
Telescopic	Merentangkan spreader 20 / 40 ft	Tidak berfungsi untuk 20 / 40 ft	Faulty telescopic Limit switch 20 / 40 ft fail	Visual	Tidak berfungsi	Pengoperasian spreader terganggu	C	Mengganti telescopic Perbaiki limit switch 20 / 40 ft	
Spreader pump	Mengaktifkan twistlock & mengulur spreader	Gagal pada bearing Terjadi kebocoran	Karena usia Katup rusak		Pompa tidak dapat beroperasi	Pengoperasian spreader terganggu	B / C	Mengganti pompa, komponen yang rusak Ganti katup	
Kegagalan fungsional : E.1.3 Kebocoran pada rubber hose spreader									
Rubber hose spreader	Untuk menyunturkan oli hidrolik	Bocor	Gesekan Temperatur tinggi	Visual	Oli hidrolik meluber ke luar	Sistem hidrolik pada spreader gagal	C / D	Pengecekan hose setiap hari, mengganti rubber hose	
Kegagalan fungsional : F.1.1 AC tidak dingin									
Fan AC	Sirkulasi udara	Tidak berputar	Pin ring fan lepas		Suhu cabin panas / tinggi		D	Perbaiki pin ring / ganti	
Kegagalan fungsional : F.1.2 Rangka berkarat / retak									
Leg / kaki	Bagian untuk menunjang struktur atas	Berkarat Retak	Karena usia Karena beban	Visual	Kekuatan kaki berkurang		A	Bersihkan karat Las bagian yang retak	
Kegagalan Fungsional : G.1.1 Gagal melakukan gerakan boom up / down									
Motor boom	Menghasilkan putaran	Tidak berfungsi	Motor fan sorted		Motor tidak	Proses boom up /		Check motor boom cable	

Wire rope	untuk gerak boom Membukung boom	membukung gerak Kope keluar dari Kant / korosi Kususi	Usia / pemakaian Pergerakan erusakan pebas / suhu karena	Visual	Korosi Wire rope rusak Kerusakan logam (loss of metal)	down terganggu Boom up / down fail	B	Repair fan motor boom Ganti bearing Repair posisi wire rope Ganti wire rope
-----------	--	---	--	--------	---	---------------------------------------	---	--

Tabel 4.7 FMEA untuk container crane

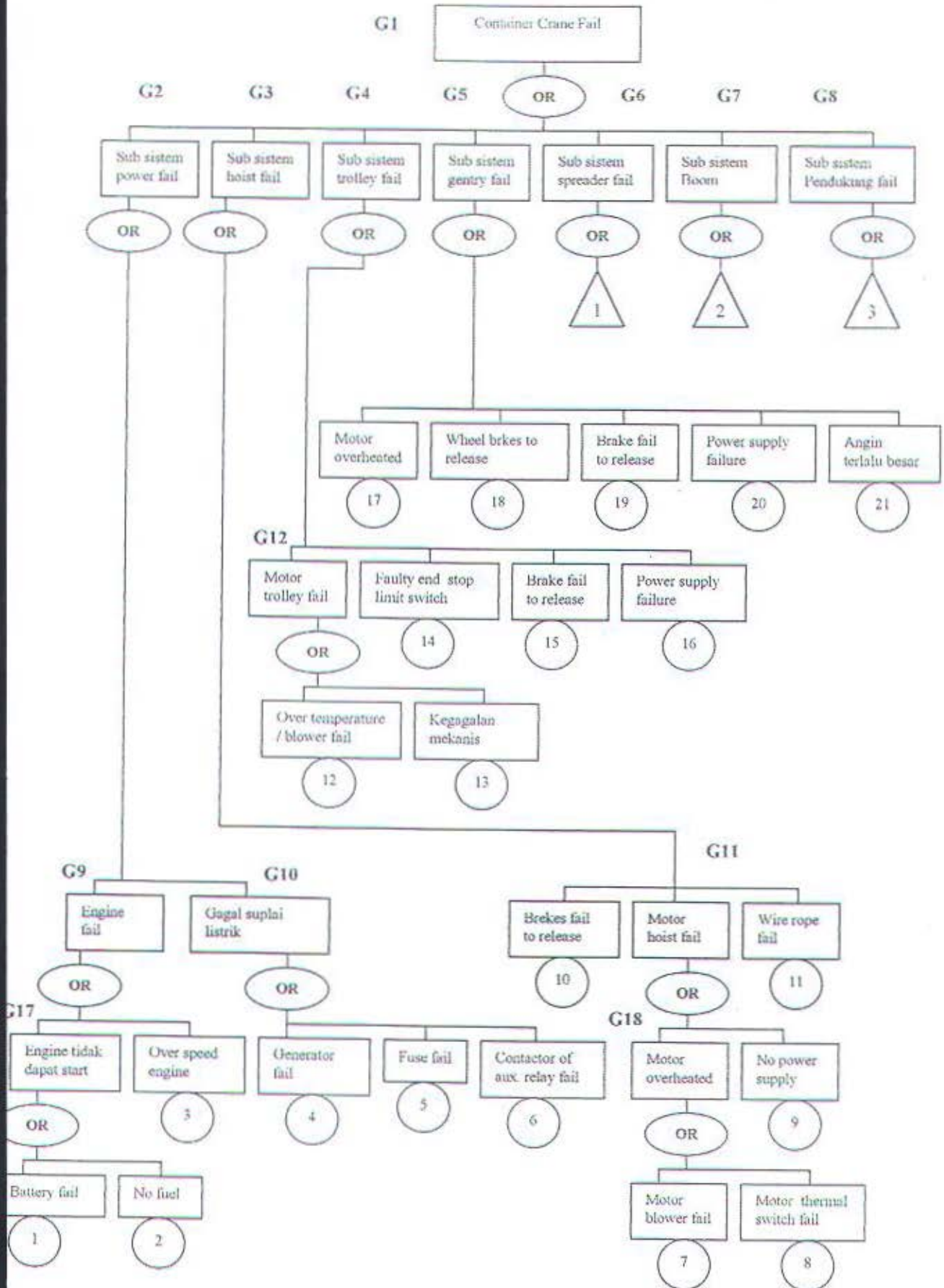
IV.2.4 FTA Untuk Container Crane

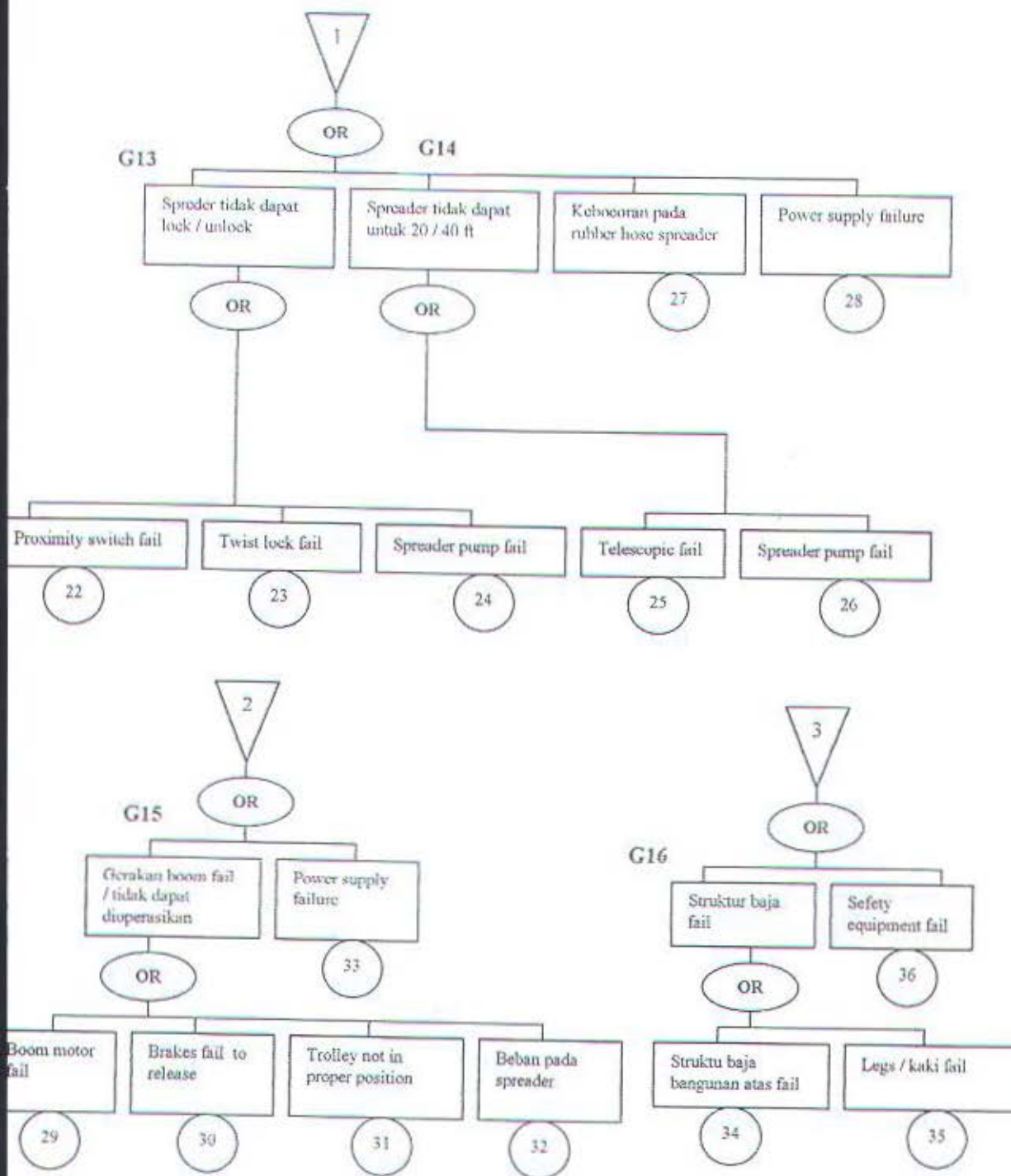
Pengkontruksian FTA akan memudahkan dalam mendapatkan Mocus. Hasil FTA uptuk kegagalan container crane diberikan pada gambar 4.2 di bawah ini. Selanjutnya dari gambar tersebut didapatkan minimal cut set seperti pada tabel 4.8 di bawah ini.

G1 is or gate	G3 is or gate	G7 is or gate	G9 is or gate	G11 is or gate	G13 is or gate	G14 is or gate
G2	G9	G9	G17	G17	G17	G17
G3	G10	G10	3	3	3	3
G4	G11	G11	G10	4	4	4
G5	10	10	G11	5	5	5
G6	11	11	10	6	6	6
G7	G12	G12	11	G18	G18	G18
G8	14	14	G12	9	9	9
G2 is or gate	15	15	14	10	10	10
G9	16	16	15	11	11	11
G10	17	17	16	G12	12	12
G3	18	18	17	14	13	13
G4	19	19	18	15	14	14
G5	20	20	19	16	15	15
G6	21	21	20	17	16	16
G7	G6	G13	21	18	17	17
G8	G7	G14	G13	19	18	18
G3 is or gate	G8	27	G14	20	19	19
G9	G6 is or gate	28	27	21	20	20
G10	G9	G15	28	G13	21	21
G11	G10	33	G15	G14	22	22
10	G11	G8	33	27	23	23
11	10	G8 is or gate	G16	28	24	24
G4	11	G9	36	G15	G14	25
G5	G12	G10	G10 is or gate	33	27	26
G6	14	G11	G17	G16	28	27
G7	15	10	3	36	G15	28
G8	16	11	4	G12 is or gate	33	G15
G4 is or gate	17	G12	5	G17	G16	33
G9	18	14	6	3	36	G16
G10	19	15	G11	4		36
G11	20	16	10	5		
10	21	17	11	6		
11	G15	18	G12	G18		
G12	G14	19	14	9		
14	27	20	15	10		
15	28	21	16	11		
16	G7	G13	17	12		
G5	G8	G14	18	13		
G6		27	19	14		
G7		28	20	15		
G8		G15	21	16		
		33	G13	17		
		G16	G14	18		
		36	27	19		
			28	20		
			G15	21		
			33	G13		
			G16	G14		
			36	27		
				28		
				G15		
				33		
				G16		
				36		

G14 is or gate	G15 is or gate	G16 is or gate	G17 is or gate	G18 is or gate	MINIMAL CUT SET
G17	G17	G17	1	1	
3	3	3	2	2	{1}
4	4	4	3	3	{2}
5	5	5	4	4	{3}
6	6	6	5	5	{4}
G18	G18	G18	6	6	{5}
9	9	9	G18	7	{6}
10	10	10	9	8	{7}
11	11	11	10	9	{8}
12	12	12	11	10	{9}
13	13	13	12	11	{10}
14	14	14	13	12	{11}
15	15	15	14	13	{12}
16	16	16	15	14	{13}
17	17	17	16	15	{14}
18	18	18	17	16	{15}
19	19	19	18	17	{16}
20	20	20	19	18	{17}
21	21	21	20	19	{18}
22	22	22	21	20	{19}
23	23	23	22	21	{20}
24	24	24	23	22	{21}
25	25	25	24	23	{22}
26	26	26	25	24	{23}
27	27	27	26	25	{24}
28	28	28	27	26	{25}
29	29	29	28	27	{26}
30	30	30	29	28	{27}
31	31	31	30	29	{28}
32	32	32	31	30	{29}
33	33	33	32	31	{30}
G16	34	34	33	32	{31}
36	35	35	34	33	{32}
	36	36	35	34	{33}
			36	35	{34}
				36	{35}
					{36}

Tabel 4.8 Mocus FTA kegagalan Container Crane





Gambar 4.2 FTA kegagalan container crane

IV.2.5 Analisa FMEA untuk Rubber Tyred Gantry

Fungsi dan kegagalan fungsional, maupun matrik kegagalan fungsional dari RTG diberikan pada tabel 4.9 dan tabel 4.10. Setelah itu baru masuk pada pembuatan *failure modes and effects analysis*. hasil dari FMEA unit container crane diberikan pada tabel 4.11

Fungsi dan Kegagalan Fungsional.		
No Fungsi	No Kegagalan Fungsional	Diskripsi
A. Sub Sistem Power Source		
A.1	A.1.1	Menghasilkan daya untuk keperluan RTG
	A.1.2	Trouble engine Suplai daya listrik gagal
B. Sub Sistem Hoist		
B.1	B.1.1	Berfungsi untuk melakukan gerakan hoisting dan lowering
	B.1.2	Tidak dapat melakukan hoisting / hoisting fail Gagal melakukan gerakan lowering
C. Sub Sistem Trolley		
C.1	C.1.1	Melakukan gerakan trolley / lintasan menyebing Gagal melakukan gerakan trolley
D.1 Sub Sistem Gantry		
D.1	D.1.1	Berfungsi untuk melakukan lintasan panjang Gagal melakukan gerakan gantry
E. Sub Sistem Spreader		
E.1	E.1.1	Berfungsi menghubungkan petikemas yang akan diangkat / diturunkan
	E.1.2	Tidak dapat lock / unlock
	E.1.3	Tidak dapat 20-40 ft Keboconan pada rubber hose
F. Sub Sistem Pendukung		
F.1	F.1.1	Mendukung operasi RTG/ kenyamanan operator
	F.1.2	AC tidak dingin Struktur baja rusak (top beam, coloumn)

Tabel 4.9 Fungsi dan kegagalan fungsional RTG

No	Kegagalan fungsional	A	A	B	B	C	D	E	E	E	F	F
		1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.1	1.2
Equipment												
1	Engine	X	X									
2	Actuator	X										
3	Bearing		X									
4	Battery	X	X									
5	Altenator		X									
6	Injection	X										
7	Motor hoist			X	X							
8	Coupling			X	X							
9	Wire rope			X	X							
10	Bearing (trolley whell)					X						
11	Trolley drive shaft					X						
12	Generator trolley					X						
13	Motor fan trolley					X						
14	Coupling					X						
15	Trolley reil drive					X						
16	Fuse		X			X						
17	whell						X					
18	Motor gantry						X					
19	Bearing						X					
20	Cable chain							X				
21	Rubber hose							X	X	X		
22	Limit switch							X	X			
23	Spreadeer pump							X	X			
24	Fan AC										X	
25	Top beam											X
26	Coloumn											X

Tabel 4.10 Matrik kegagalan fungsional RTG

Kegagalan fungsional : D.1.1 Gagal melakukan gerakan gantry								
Motor gantry	Menghasilkan putaran untuk menggerakkan RTG sepanjang lintasan panjang	Bearing aus Motor tidak berputar	Karena pemakaian /aus Tidak ada listrik		Motor tidak beroperasi Sama	Tidak berfungsi Sama	B	Mengganti motor gantry Mengganti bearing Check power supply
Wheel	Melakukan gerakan RTG	Aus Bocor	Karena pemakaian Ban tipis	Visual	Ban tidak berfungsi Sama	Gerakan gantry gagal Sama	B	Ganti wheel Sama
Kegagalan fungsional : E.1.1 Spreader tidak dapat lock / unock								
Rubber hose spreader	Untuk menyalurkan oli hidrolik	Bocor	Gesekan Temperatur tinggi		Oli hidrolik meluber keluar	Sistem hidrolik pada spreader gagal	B / C	Pengecekan hose sehari, mengganti rubber hose
Twistlock	Untuk mengunci petikemas	Tidak berfungsi (faulty twistlock)	Gesekan / aus		Tidak dapat mengunci	Spreader gagal mengangkat petikemas	C / D	Mengganti twist lock
Wire rope	Menghubungkan spreader untuk gerakan naik/turun	Rusak atau aus, Putus Karat Kusut	Karena usia / pemakaian, Over load Karena usia (owca) Peregangan / panas		Wire rope putus Loss of metal	Hoist tidak berfungsi	B / C	Ganti wire rope
Spreader pump	Mengaktifkan twistlock & mengulur spreader	Gagal pada bearing Terjadi kebocoran	Karena usia Katup rusak		Pompa tidak dapat beroperasi	Pengoperasian spreader terganggu	B / C	Mengganti pompa komponen yang rusak Ganti katup
Kegagalan fungsional : E.1.2 Tidak dapat 20 atau 40 ft								
Limit switch	Saklar batas gerakan 20 - 40 ft	Limit switch tidak berfungsi	Kegagalan mekanis		Limit tidak berfungsi	40-20 ft tidak bisa, spreader tidak berfungsi	C / D	Ganti limitswitch
Spreader pump	Mengaktifkan twistlock & mengulur spreader	Gagal pada bearing Terjadi kebocoran	Karena usia Katup rusak		Pompa tidak dapat beroperasi	Pengoperasian spreader terganggu	B / C	Mengganti pompa komponen yang rusak Ganti katup
Kegagalan fungsional : E.1.3 Kebocoran pada rubber hose spreader								
Rubber hose spreader	Untuk menyalurkan oli hidrolik	Bocor	Gesekan Temperatur tinggi	Visual	Oli hidrolik meluber keluar	Sistem hidrolik pada spreader gagal	C	Pengecekan hose sehari, mengganti rubber hose
Kegagalan fungsional : F.1.1 AC tidak dingin								
Fan AC	Sirkulasi udara	Tidak berputar	Pin ring fan lepas		Suhu cabin panas / tinggi		D	Perbaiki pin ring / ganti fan
Kegagalan fungsional : F.1.2 Portal frames (top beam, coloumn)								
Top beam & coloumn (portal frames)	Rangka dari RTG sebagai tempat kaabin dan spreader digantung dan roda-roda untuk	Berkarat Retak	Karena usia Karena beban	Visual	Kekuatan portal frames berkurang		A	Bersihkan karat yang pada portal Las bagian yang retak

menyuntikkan bekam

Tabel 4.11 FMEA untuk Rubber Tyrod Gunny

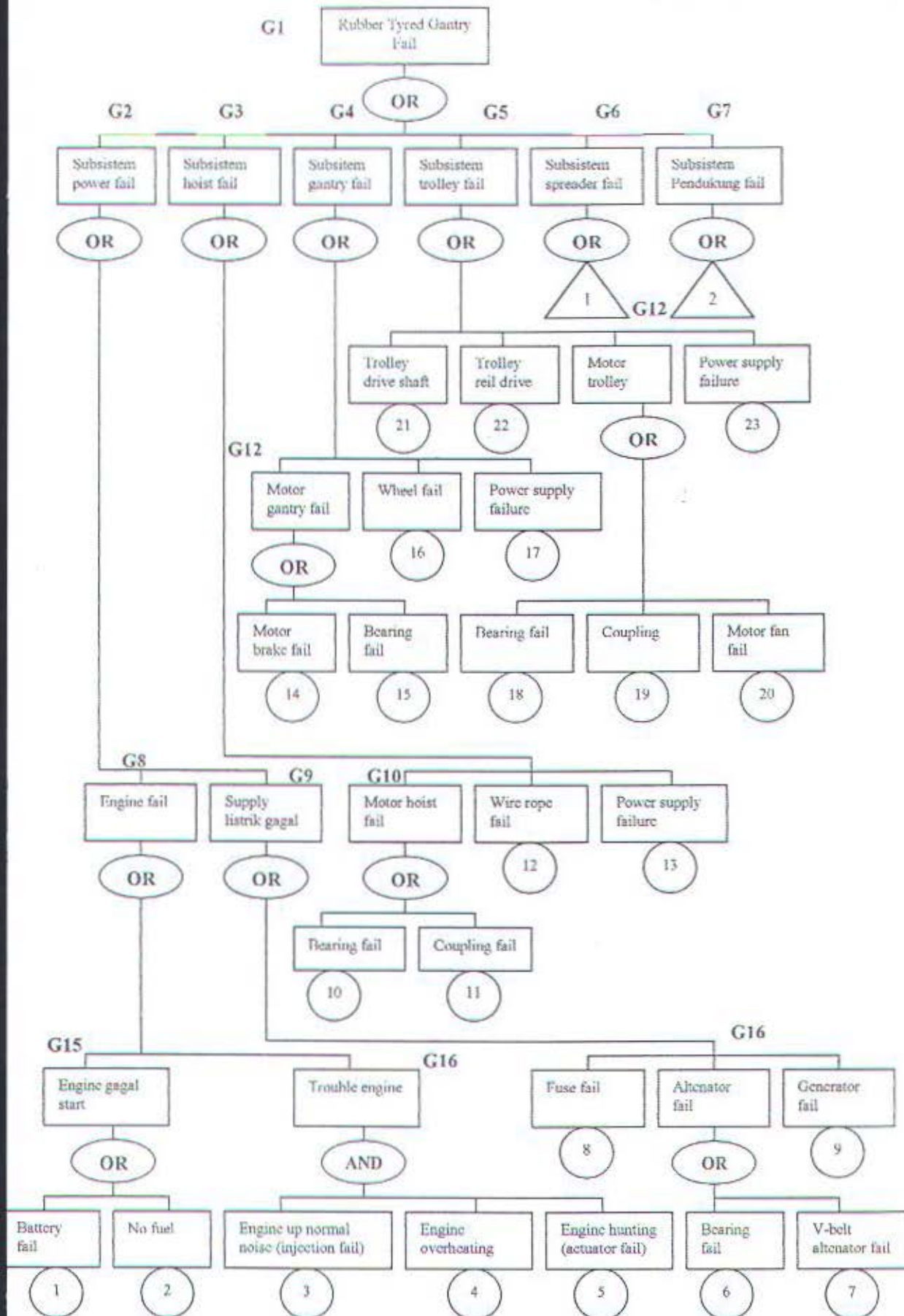
IV.2.6 FTA Untuk Rubber Tyred Gantry

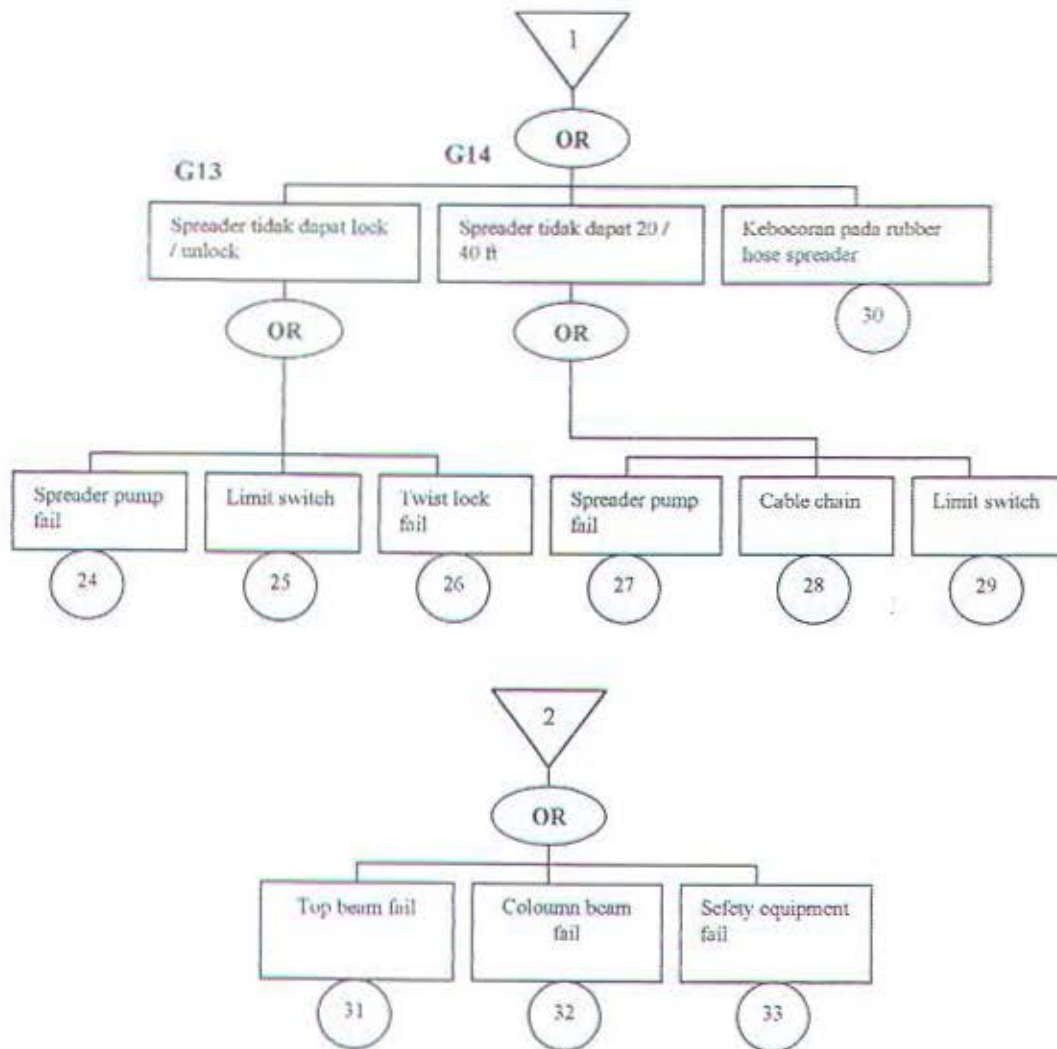
Pengkontruksian FTA akan memudahkan dalam mendapatkan Mocus. Hasil FTA untuk kegagalan RTG diberikan pada gambar 4.3. Selanjutnya dari gambar tersebut didapatkan minimal cut set seperti pada tabel 4.12 di bawah ini.

G1 is or gate	G5 is or gate	G8 is or gate	G10 is or gate	G12 is or gate	G13 is or gate	G14 is or gate
G2	G8	G15	G15	G15	G15	G15
G3	G9	G16	G16	G16	G16	G16
G4	G10	G9	G17	G17	G17	G17
G5	12	G10	8	8	8	8
G6	13	12	9	9	9	9
G7	G11	13	10	10	10	10
G2 is or gate	16	G11	11	11	11	11
G8	17	16	12	12	12	12
G9	G12	17	13	13	13	13
G3	21	G12	G11	14	14	14
G4	22	21	16	15	15	15
G5	23	22	17	16	16	16
G6	G6	23	G12	17	17	17
G7	G7	G13	21	18	18	18
G3 is or gate	G6 is or gate	G14	22	19	19	19
G8	G8	30	23	20	20	20
G9	G9	31	G13	21	21	21
G10	G10	32	G14	22	22	22
12	12	33	30	23	23	23
13	13	G9 is or gate	31	G13	24	24
G4	G11	G15	32	G14	25	25
G5	16	G16	33	30	26	26
G6	17	G17	G11 is or gate	31	G14	27
G7	G12	8	G15	32	30	28
G4 is or gate	21	9	G16	33	31	29
G8	22	G10	G17		32	30
G9	23	12	8		33	31
G10	G13	13	9			32
12	G14	G11	10			33
13	30	16	11			
G11	G7	17	12			
16	G7 is or gate	G12	13			
17	G8	21	14			
G5	G9	22	15			
G6	G10	23	16			
G7	12	G13	17			
	13	G14	G12			
	G11	30	21			
	16	31	22			
	17	32	23			
	G12	33	G13			
	21		G14			
	22		30			
	23		31			
	G13		32			
	G14		33			
	30					
	31					
	32					
	33					

G15 is or gate	G16 and or gate	G17 is or gate	MINIMAL CUT SET
1	1	1	
2	2	2	{1}
G16	3, 4, 5	3, 4, 5	{2}
G17	G17	6	{3, 4, 5}
8	8	7	{6}
9	9	8	{7}
10	10	9	{8}
11	11	10	{9}
12	12	11	{10}
13	13	12	{11}
14	14	13	{12}
15	15	14	{13}
16	16	15	{14}
17	17	16	{15}
18	18	17	{16}
19	19	18	{17}
20	20	19	{18}
21	21	20	{19}
22	22	21	{20}
23	23	22	{21}
24	24	23	{22}
25	25	24	{23}
26	26	25	{24}
27	27	26	{25}
28	28	27	{26}
29	29	28	{27}
30	30	29	{28}
31	31	30	{29}
32	32	31	{30}
33	33	32	{31}
		33	{32}
			{33}

Tabel 4.12 Mocos FTA kegagalan Rubber Tyred Gantry





Gambar 4.3 FTA kegagalan Rubber Tyred Gantry

IV.3 Rengking Kekritisian Komponen

Berdasarkan cut set yang diperoleh di atas maka didapatkan komponen pendukung untuk sistem bongkar muat yang kritis, yang mana komponen ini adalah berpotensi menyebabkan kecelakaan Rengking dari komponen yang kritis di berikan pada tabel 4.13

No	RENGKING KOMPONEN KRITIS ALAT PENDUKUNG BONGKAR MUAT		
	FORKLIFT	RUBBER TYRED GENTRY	CONTAINER CRANE
1	Gear rim transmisi	Battery	Battery
2	Gear converter	Injection	Fuse
3	Plate ring	Actuator	Contactora of aux. Relay
4	Coupling	Bearing (<i>untuk alternator</i>)	Generator
5	Pompa hidrolik	V-belt alternator	Motor hoist, Brakes
6	Katup	Generator	Motor trolley, brake
7	Hose hidrolik, tridoring	Motor hoist (bearing, coupling)	Limit end stop switch
8	Ban	Wire rope	Wheel
9	Rem	Fuse	Motor gentry, Brake
10	Inner mast	Motor gentry (bearing, brake)	Proximity switch
11	Roller mast	Wheel	Twistlock
12	Fork / plate penahan	Trolley drive shaft	Spreader pump
13	Radiator	Trolley reil drive	Telescopic
14	Filter	Motor trolley (bearing, coupling, motor fan)	Rubber hose spreader
15	Alternator	Spreader pump	Motor boom
16	Accu	Limit switch	Struktur baja (legs, bangunan atas)
17	Battery, isolasi battery	Twistlock	
18		Rubber hose spreader	
19		Top beam	
20		Coloumn	

Tabel 4.13 Komponen alat bongkar muat yng kritis

IV.3.1 Analisa Kuantitatif Komponen Pendukung Permesinan Bongkar Muat

Analisa kuantitatif adalah dengan menentukan nilai-nilai keandalan dari setiap komponen pendukung permesinan bongkar muat, yaitu forklift, rubber tyred gantry dan container crane. Adapun langkah-langkah dalam perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pendugaan distribusi dari setiap komponen
2. Menentukan nilai MTTF, Reliability dan Failure rate dari setiap komponen
3. Menentukan komponen yang kritis

1. Pendugaan distribusi

Pendugaan distribusi merupakan langkah pertama yang dilakukan sebelum menghitung MTTF, reliability dan failure rates dari suatu komponen. Pendugaan ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software Weibull 4++ sehingga didapatkan parameter untuk perhitungan nilai-nilai tersebut sesuai rangking distribusi yang didapatkan.

Pendugaan ini hanya bisa dilakukan apabila waktu kegagalan (*time to failure*) komponen yang diamati lebih dari satu ($TTF > 1$). Hasil dari pendugaan distribusi dari setiap komponen permesinan bongkar muat diberikan pada tabel 4.14 (a, b dan c)

Komponen (Forklift)	Distribusi					
	Exponential 1	Exponential 2	Normal	Log Normal	Weibull 2	Weibull 3
V- Belt	3	5	4	1	2	1
Radiator	4	5	3	1	2	1
Pompa Hidrolik	2	5	3	4	1	5
Hose Hidrolik	2	5	4	3	2	1
Gear	3	1	5	4	2	6
Dynamo	6	1	4	5	2	3
Coupling	3	5	4	2	1	5
Bearing	2	5	4	3	1	5
Ren	1	4	3	2	1	4
Battery	4	5	2	6	3	1
Accu	3	4	2	1	1	4
Ban	3	5	4	1	2	1

Tabel 4.14a. Rengking distribusi komponen forklift

Komponen (RTG)	Distribusi					
	Exponential 1	Exponential 2	Normal	Log Normal	Weibull 2	Weibull 3
Trolley generator	1	5	3	4	2	2
Trolley coupling	6	4	2	5	3	1
Trolley bearing	1	5	3	4	2	5
Sp. Selenoide valve	3	4	3	2	1	4
Sp. Rubber hose	2	1	2	4	3	5
Spreader pump	4	2	3	5	1	6
Altenator	6	2	5	3	4	1
Hoist wire rope	2	1	4	6	5	3
Hoist coupling	3	6	5	2	4	1
Gantry wheel	3	5	4	1	2	1
Gentry bearing	5	4	2	3	1	6
Engine : actuator	3	5	4	3	2	1
Engine : battery	3	4	3	2	1	5

Tabel 4.14b. Rengking distribusi komponen rubber tyred gantry

Komponen (CC)	Distribusi					
	Exponential 1	Exponential 2	Normal	Log Normal	Weibull 2	Weibull 3
Wire rope	4	1	4	2	3	5
Trolley motor	6	4	5	2	3	1
Telescopic	3	2	6	4	5	1
Proximity Switch	5	2	6	3	4	1
Fuse Motor hoist	3	4	6	2	5	1
Gentry limit switch	5	6	4	3	2	1
DC generator hoist	5	6	4	2	3	1
Boom	4	2	3	2	2	1
Battery	3	5	2	4	1	5

Tabel 4.14c. Rengking distribusi komponen container crane

Berdasarkan hasil pendugaan distribusi didapatkan bahwa setiap komponen mempunyai rengking distribusi yang berbeda. Rengking 1 merupakan patokan distribusi yang selanjutnya akan dipakai dalam penentuan MTTF, reliabilty dan failure rate dari setiap komponen.

2. Penentuan MTTF, Reliability dan Failure Rate

Perhitungan nilai MTTF, reliability dan failure rate dari setiap komponen didasarkan atas hasil dari pendugaan distribusi, yang mana patokan yang dipakai adalah distribusi yang mempunyai rangking pertama. Sebagai contoh disini adalah perhitungan untuk komponen trolley coupling dari permesinan RTG. Kerusakan komponen trolley mengikuti distribusi weibull 3 parameter (peringkat 1 dalam pendugaan distribusi), maka penentuan nilai MTTF, reliability dan failure rate menggunakan formula yang mengikuti distribusi weibull dengan 3 parameter.

Berdasarkan hasil pendugaan distribusi, diketahui bahwa parameter yang mengikuti distribusi weibull yaitu, shape parameter (β), scale parameter (η), dan location parameter (γ) adalah sebagai berikut :

$$\beta = 3,8264 ; \eta = 4044,6748 ; \gamma = 29,3800$$

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan 2.21, 2.22 dan 2.23 diperoleh :

Persamaan keandalan trolley coupling dalam fungsi waktu :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-29,3800}{4044,6748}\right)^{3,8264}}$$

Persamaan failure rate coupling dalam fungsi waktu yaitu :

$$\lambda(t) = \frac{3,8264}{4044,6748} \left(\frac{t-29,3800}{4044,6748}\right)^{3,8264-1}$$

Mean time to failure dari coupling adalah :

$$\begin{aligned} MTTF &= 29,3800 + 4044,6748 \Gamma\left(\frac{1}{3,8264} + 1\right) \\ &= 3685,766 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi waktu kegagalan coupling adalah 3685,766 atau sekitar $t = 3686$ jam

Untuk $t = 3686$, maka didapatkan nilai keandalan coupling:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{3686-29,3800}{4044,6748}\right)^{3,8624}}$$

$$= 0,5067$$

Failure rate coupling,

$$\lambda(t) = \frac{3,8264}{4044,6748} \left(\frac{3686 - 29,3800}{4044,6748}\right)^{3,8624-1}$$

$$= 7,11 \times 10^{-4}$$

Dengan menggunakan formula pada bab 2 (persamaan distribusi probabilitas) dan dengan urutan perhitungan seperti pada contoh di atas maka akan didapatkan ketiga nilai parameter keandalan.

Adapun ringkasan dari keseluruhan perhitungan nilai MTTF, reliability dan failure rate diberikan pada tabel 4.15 dibawah ini.

Komponen kritis	MTTF	Reliability	Failure rates
Forklift			
V - belt	715	0,2712	1,22E-3
Radiator	9568	0,2453	7,42E-5
Pompa hidrolik	3444	0,4224	3,74E-4
Hose hidrolik	3707,5	0,1778	1,81E-4
Ban	364	0,1945	2,45E-3
Gear	6224	0,3679	2E-4
Coupling	874,5	0,4093	1,37E-4
Bearing	4801	0,3743	2,23E-4
Brake / rem	6426,5	0,3216	1,34E-4
Accu	1873	0,4623	4,63E-4
Battery	1305	0,4639	1,60E-3
Rubber TyredGantry			
Actuator	8313,5	0,1567	7,56E-5
Battery	1826	0,5328	2,30E-3
Gantry bearing	1772	0,2517	1,30E-3
Gantry wheel	2859	0,1099	4,62E-4
Hoist coupling	3031,5	0,2771	2,96E-3
Wire rope	1469	0,3679	9E-4
Alternator	3323	0,3961	3,47E-4
Spreader pump	3771	0,5964	2,23E-3

Rubber hose	1797	0,3678	7E-4
Spreader selenoide valve	8203	0,3936	1,35E-4
Trolley bearing	10504	0,3679	95,2E-6
Trolley coupling	3686	0,5067	7,11E-4
Trolley generator	11005	0,3679	90,87E-6
Container Crane			
Battery	662	0,4444	2,19E-4
Motor boom	854	0,4248	1,66E-3
Hoist DC generator	686	0,2332	1,07E-3
Gentry limit switch	8874	0,1474	6,57E-5
Fuse Motor hoist	875	0,3034	1,40E-3
Proximity switch	202	0,3823	5,67E-3
Telescopic	166	0,3818	7,29E-3
Trolley motor	6898	0,3544	1,66E-4
Wire rope	3301	0,2657	5E-4

Tabel 4.15 MTTF Reliability, dan Failure Rates komponen permesinan bongkar muat

3. PENENTUAN KOMPONEN KRITIS

Untuk menentukan komponen permesinan bongkar muat yang kritis digunakan standar dari perusahaan yang membuat kompoen tersebut. Adapun parameter yang digunakan untuk menentukan apakah suatu komponen aman untuk pemakaiannya digunakan standar **SOB (safety objective building)**. Pada pembahasan Tugas Akhir ini karena data SOB untuk setiap komponen tidak ter - record dengan baik maka penentuan komponen kritis didasarkan atas komponen yang mempunyai nilai keandalan paling kecil dibandingkan dengan komponen lain. Komponen yang kritis ini merupakan hasil analisa dengan menggunakan teknik FTA dengan metode **MOCUS (method for obtaining cut sets)**

Berdasarkan hasil perhitungan seperti pada tabel 4.15 maka dapat diketahui bahwa komponen pendukung permesinan bongkar muat yang kritis dari komponen kritis lainnya yaitu :

1. Komponen FL yang memiliki nilai keandalan rendah dari komponen kritis yang lain adalah **hose hidrolik** dengan $R = 17,78 \%$, $MTTF = 3707,5$ jam, dan failure rate =

- 1,81E-4, **ban / wheel** dimana $R = 19,45 \%$, $MTTF = 364$ jam dan $failure\ rate = 2,45E-3$ dan juga **radiador** yang mempunyai nilai $R = 24,53 \%$, $MTTF = 9568$ jam dan $failure\ rate = 7,42E-5$
2. Komponen RTG yang kritis dari komponen kritis lain adalah **gantry wheel** dimana $R = 10,99 \%$, $MTTF = 2859$ jam dengan $failure\ rate = 4,62E-4$, **actuator** dengan $R = 15,67 \%$, $failure\ rate = 7,56E-5$ $MTTF = 8313,5$ jam dan komponen **gantry bearing** dengan $R = 25,17 \%$, $MTTF = 1772$ jam dan $failure\ rate = 1,30E-3$.
3. Komponen CC yang memiliki kekritisitas lebih rendah dari komponen kritis yang lain adalah **gantry limit switch** dengan $R = 14,74 \%$, $MTTF = 8874$ jam dan $failure\ rate = 6,57E-5$ dan **hoist DC generator** dengan $R = 23,32 \%$, $MTTF = 686$ jam dengan $failure\ rate = 1,07E-3$ serta **wire rope** dengan $R = 26,57 \%$, $MTTF = 3301$ jam dan $failure\ rate = 5E-4$.

IV.3.2 DISKUSI

Komponen pendukung permesinan bongkar muat yang kritis merupakan potensi penyebab kecelakaan, oleh karena itu untuk lebih meningkatkan keamanan pada saat pengoperasian permesinan bongkar muat maka tingkat keandalan dari komponen harus ditingkatkan. Hal ini dapat dilakukan dengan memperkecil nilai MTTF. Untuk memperkecil nilai MTTF dapat dilakukan dengan memperpendek waktu perawatan. Namun, untuk memperpendek waktu perawatan hendaknya juga dipertimbangkan faktor biaya yang harus dikeluarkan untuk proses perawatan komponen.

Selain itu evaluasi kondisi peralatan per bulan (monthly report) dan juga laporan tahunan (annual report) berguna untuk memantau kondisi permesinan bongkar muat. Dari pemantauan ini akan diketahui performance alat, kebutuhan spare part, accident

record dan kejadian penting lain yang disebabkan oleh penggunaan peralatan sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan keputusan tentang perawatan. Selain itu pemantauan secara berkala akan lebih menjamin keselamatan pada saat pengoperasian peralatan pendukung bongkar muat. Dengan demikian usaha untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan akibat trouble equipment dapat dicapai.

Dari analisa di atas ada beberapa hal yang perlu untuk menjadi pertimbangan yang mungkin bisa dijadikan sebagai acuan untuk peningkatan keselamatan alat pendukung bongkar muat di lingkungan PT. TPS, yaitu sebagai berikut :

- Untuk komponen yang mempunyai severity rengking A ataupun B berdasarkan analisa FMEA harus mendapat perhatian serius karena komponen-komponen ini akan berpotensi menyebabkan kecelakaan selama proses pengoperasian peralatan bongkar muat. Sebagai contoh adalah untuk wire rope, komponen ini harus selalu dipantau kondisinya sehingga kasus jatuhnya petikemas saat diangkat dapat diminimalkan. Begitu juga halnya dengan komponen kritis yang lain seperti komponen forklift antara lain yaitu hose hidrolik, ban dan radiator. Komponen RTG antara lain yaitu gantry wheel dan gantry bearing serta komponen CC yaitu gantry limit switch dan hoist DC generator.
- Terjadinya penurunan nilai keadalan yang terjadi dapat disebabkan karena beberapa hal di bawah ini :
 1. Terjadinya kesalahan atau kelemahan dalam dalam proses pembuatan. Desain yang kurang baik antar penggunaan

komponen-komponen yang standar dan juga mungkin karena material yang digunakan tidak memenuhi standar.

2. Kesalahan operasional (faktor manusia) yaitu kesalahan dalam mengoperasikan komponen baru yang mana mungkin menyebabkan terjadinya gerakan komponen yang tidak sesuai misalnya adalah pemasangan komponen yang tidak sesuai atau pengoperasian yang tidak mentaati prosedur.
- Terjadinya tingkat kerusakan yang meningkat dari komponen sejalan dengan bertambahnya umur komponen disebabkan oleh :
 1. Sejalan dengan berkurangnya umur komponen maka kekuatan dari komponen akan berkurang.
 2. Karena perawatan komponen yang kurang baik
 3. Kelelahan atau fatigue dari komponen
 - Untuk menjamin keselamatan alat maupun manusia selama proses pengoperasian peralatan bongkar muat maka keadalan dari komponen harus ditingkatkan dengan cara memperkecil nilai MTTF. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperpendek waktu perawatan. Hal ini tentunya juga harus mempertimbangkan faktor biaya yang akan dikeluarkan untuk proses perawatan komponen.

BAB V

ANALISA KESELAMATAN KERJA DARI ASPEK PROSEDUR KERJA

V.1 Umum

Prosedur kerja merupakan aspek yang penting dalam hal usaha pencapaian tujuan perusahaan. Prosedur kerja akan memberikan arah bagi setiap karyawan / pekerja untuk menjalankan fungsinya dengan baik sehingga tidak menyimpang dari tujuan perusahaan. Prosedur kerja yang baik akan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi perusahaan, sebaliknya prosedur kerja yang kurang baik dalam hal ini tidak jelas (sulit diterjemahkan oleh pekerja) akan memberikan dampak yang merugikan bagi perusahaan seperti menurunnya produktifitas. Hal ini terjadi karena kesalahan prosedur dapat menyebabkan tujuan perusahaan terhambat. Salah satu penyebabnya adalah terjadinya kecelakaan kerja.

Begitu juga halnya dengan PT Terminal Petikemas sebagai perusahaan maritim yang mendukung kegiatan bongkar muat container atau petikemas tidak terlepas dari permasalahan ini. Pada tugas akhir ini akan dibahas sejauh mana pengaruh prosedur kerja terhadap tingkat kecelakaan kerja yang terjadi di lingkungan PT. TPS. Prosedur kerja yang dianalisa disini adalah prosedur yang berhubungan dengan kegiatan operator mengoperasikan peralatan bongkar muat di CFS, CY dan Dermaga untuk pengendalian barang khususnya di CFS dan handling petikemas di CY dan dermaga.

V.2 Tinjauan Prosedur Kerja Bongkar Muat di PT. TPS

Prosedur kerja bongkar muat di TPS meliputi tiga prosedur yaitu prosedur kerja bongkar muat di Container Freight Station, Container Yard dan di Berth (Dermaga).

Ketiga prosedur tersebut selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Selanjutnya prosedur kerja tersebut di buat dalam bentuk hierarki gugus tugas (Hierarki Task Analysis). Hasil dari HTA juga diberikan dalam lampiran.

V.3 Analisa Prosedur Kerja terhadap Kasus Kecelakaan Kerja di TPS

Kecelakaan kerja yang terjadi di TPS dikelompokkan dalam tiga tempat yaitu CFS, CY dan Dermaga. Untuk selanjutnya analisa di kelompokkan dalam tiga tempat tersebut. Analisa didasarkan pada kasus kecelakaan yang terjadi selama periode kerja per tahun 2000.

V.3.1 Analisa Kecelakaan Kerja di Container Freight Stations (CFS)

Berdasarkan hasil analisa data kecelakaan pada bab sebelumnya diketahui bahwa per tahun 2000 kecelakaan yang terjadi tercatat 3 kasus. Ketiga kasus tersebut adalah sbb. :

1. Truck tronton no. pol. L 2347 CN tiba-tiba hidup dan menabrak truk no pol. L 2464 CP pada saat di lakukan pemuatan barang dengan forklift.
2. Jari tangan karyawan TKBM terjepit forklift pada saat akan melepaskan rantai pengikat balok kayu yang akan dimasukkan ke container.
3. Konseleting accu forklift yang menyebabkan kebakaran pada saat melakukan kegiatan di CFS.

Berdasarkan ketiga kasus tersebut dapat dikatakan bahwa kasus yang berhubungan dengan proses bongkar muat dengan menggunakan FL ada 2 yaitu kasus ke 2 dan ke 3. Selanjutnya kasus tersebut akan di analisa dengan pendekatan HRA untuk mengetahui sejauh mana pengaruh prosedur kerja terhadap kecelakaan kerja.

V.3.1.1 Definisi Masalah

Permasalahan dari kasus 2 dan 3 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kesalahan perawatan unit forklift yang menyebabkan berkurangnya keamanan sistem terhadap keselamatan kerja.
2. Kesalahan operator FL dalam bekerja mengoperasikan FL
3. Kesalahan TKBM yang tidak memahami prosedur kerja

V.3.1.2 Task Analysis

Prosedur kerja bongkar muat dengan FL yang ada kemudian disusun dalam bentuk hierarki tugas seperti terlihat dalam lampiran. Selanjutnya dari hasil tersebut dibuat dalam bentuk Tabular Task Analysis sebagai berikut :

Tabel 5.1 Tabular task analysis prosedur kerja b/m di CFS

Step No	Discription	Dispalys	Required Actions	Feedback	Comms	Notes
0	Bekerja dengan FL					Pekerjaan handling barang akan sukses jika setiap prosedur dilaksanakan dengan baik dan dalam urutan yang benar
1	Kegiatan sebelum pengoperasian FL.				Melakukan konfirmasi dengan supervisor dan petugas maintenance FL.	Sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi / kesiapan FL untuk dioperasikan
1.1	Memeriksa air radiator		Melihat keberadaan/level air yang ada	Check air radiator selesai	Jika air kurang dari level, segera diisi	Kapasitas air radiator harus cukup untuk mendinginkan mesin FL selama beroperasi
1.2	Memeriksa olie mesin	Oil indicator	Periksa kondisi level oil	Check oli mesin selesai		Oli harus cukup tersedia dan kondisinya baik
1.3	Memeriksa oli hidrolik	Oil indicator	Periksa kondisi level oil	Check oli hidrolik selesai		Oli harus cukup tersedia dan kondisinya baik
1.4	Memeriksa bahan bakar	Fuel indicator	Check keberadaan bahan bakar	Check fuel selesai		
1.5	Memeriksa kekencangan angin ban	Pressure indicator	Check secara visual kondisi ban	Check tekanan ban selesai		
2	Memeriksa kabin operator dan menghidupkan FL.					Dilakukan untuk memastikan kesiapan kabin sebelum operator mulai bekerja

2.1	Memeriksa area kerja dan mengidentifikasi semua bahaya yang mungkin timbul sebelum pengoperasian			Identifikasi bahaya selesai	Jika ada bahaya laporkan pada mandor/supervisor	
2.2	Memeriksa "switch on" isolasi listrik battery		Check secara visual kondisi isolasi	Check selesai	Jika ada kerusakan segera hubungi supervisor/ mekanik	
2.3	Memeriksa gear pada posisi netral		Check secara visual	Gear pada posisi netral	Jika tidak pada posisi netral kembalikan ke posisi netral	
2.4	Menstart motor		Menekan tombol start	Mesin FL hidup		
2.5	Memeriksa secara visual "flashing beacon"			Pemeriksaan selesai dan kondisi flashing beacon baik		
2.6	Memeriksa lampu beroperasi		Menekan tombol lampu	Lampu menyala		
2.7	Mengetes horn dan wipers		Tekan tombol horn	Horn berbunyi dan kondisi wiper ready/siap		
2.8	Memeriksa "radio operatons"		Hidupkan radio	Radio berfungsi		
2.9	Menaikkan side frame/tyres pada ketinggian maksimum		Tekan tombol/ joystick	Proses selesai menaikkan selesai		
2.10	Menurunkan frame/tyres untuk mengemudi		Tekan tombol/ joystick	Proses selesai menaikkan selesai kemudian mengemudi		
2.11	Memeriksa sistem kontrol	Control panel	Check semua sistem kontrol FI	Proses selesai kemudian pengoperasian FL siap dilaksanakan	Jika terjadi eror segera hubungi mekanik/supervisor	
2.12	Menguji "test brake"			Test brake berfungsi		
2.13	Menguji "foot brake"			Foot brake berfungsi		
3	Pengoperasian FL untuk handling barang					Sudah dipastikan oleh operator dan dupervisor bahwa FL siap dioperasikan
3.1	Memeriksa SWL		Test beban dari barang terlebih dahulu	Berat barang tidak melebihi SWL		
3.2	Memeriksa pusat beban			Pusat beban didapatkan		
3.3	Memeriksa beban untuk stabilitas (kesimbangan)			Check selesai		
3.4	Mendekatkan beban		Gerakkan FL menuju beban	Proses selesai		
3.5	Memasukkan dan menurunkan beban		Gunakan joystick untuk proses	Beban masuk dalam tersusun rapi dalam petikemas		
4	Handling barang dengan "Jib Attachment"		Aktifkan "Jib Attachment"	JA siap digunakan		
4.1	Memeriksa load marking		Check secara visual	Pengecekan selesai		
4.2	Memeriksa jib		Check secara visual	Pengecekan selesai		

4.3	Memeriksa kondisi gear		Check secara visual	Pengecekan selesai		
4.4	Memeriksa SWL		Test beban dari barang terlebih dahulu	Berat barang tidak melebihi SWL		
4.5	Attach load		Gunakan joystick	Attach load completed		
4.6	Lift load		Gunakan joystick	Lift load completed		
4.7	Travel with load		Kemudian FL perlahan-lahan untuk menjaga keseimbangan beban	Beban selesai dibawa ke tempat tujuan		
5	Memindahkan petikemas		Periksa berat container	Petikemas dalam kondisi empty		Biasanya petikemas yang dipindahkan kosong
5.1	Meluruskan forklift dengan petikemas		Kemudian FI untuk menyesuaikan dengan posisi FI.	Posisi FI sesuai dengan petikemas		
5.2	Mengemudi petikemas		Gunakan tombol pengunci	Petikemas terkunci		
5.3	Mengangkat petikemas		Gunakan joystick dari kabin operator	Proses pengangkatan selesai		
5.4	Mengemudi dengan petikemas		Kemudian FL secara perlahan dan amati tempat yang kosong untuk meletakkan petikemas	Proses mengemudi selesai dan tiba di tempat tujuan		
5.5	Memindahkan beban		Gunakan joystick untuk menurunkan petikemas	Proses pemindahan beban berlangsung		
5.6	Meletakkan petikemas		Gunakan joystick untuk mengatur posisi petikemas	Petikemas ada pada posisi yang benar		
5.7	Melepaskan kunci petikemas		Tekan tombol/joystick pengunci untuk membuka kunci petikemas	Proses penempatan petikemas selesai		

V.3.1.3 Human Error Analysis (Analisa Kesalahan Manusia)

Setelah proses pembuatan tabular task analisis selesai selanjutnya akan diidentifikasi semua kesalahan manusia yang mungkin terjadi yang dapat menyebabkan potensi kecelakaan kerja. Hasil dari identifikasi ini diberikan dalam tabel di bawah ini.

Pada tabel tersebut berisi tentang "error modes", kemungkinan penyebabnya dan juga konsekuensinya terhadap sistem maupun pekerja.

Task Step No	Error Modes	Possible Consequences	Remedial Actions		
			Design	Training	Procedure
0	Bekerja dengan FL			Perlu training bagi operator	Perbaiki prosedur
1	Kegiatan sebelum pengoperasian FL	Aksi / tindakan tidak dilakukan		Berikan training dasar keselamatan dan dasar pengoperasian FL untuk operator baru/lama	Check prosedur kembali jika perlu direvisi
1.1	Memeriksa air radiator	Pemeriksaan diabaikan	Proses pendinginan mesin FL terganggu	Training singkat dari operator	
1.2	Memeriksa olie mesin	Pemeriksaan diabaikan	Kondisi oli tidak bagus sehingga mempengaruhi prode pelumasan / sistem terganggu karena FL tidak aman dari segi peralatan	Training singkat dari operator	
1.3	Memeriksa oli hidrolik	Pemeriksaan diabaikan	Kondisi oli tidak bagus sehingga mempengaruhi prode pelumasan / sistem hidrolik dari FL terganggu	Training singkat dari operator	
1.4	Memeriksa bahan bakar	Pemeriksaan diabaikan	Keberadaan fuel akan mempengaruhi sistem bahan bakar FL, jika bahan bakar habis FL tidak dapat dioperasikan, mengurangi produktifitas	Training singkat dari operator	
1.5	Memeriksa kekencangan angin ban	Pemeriksaan diabaikan	Ban terlalu kencang/keras dapat meledak sewaktu-waktu, ban kempes FL tidak dapat berjalan/ tidak bisa dipersiapkan	Training singkat dari operator	
2	Memeriksa kabin operator dan menghidupkan FL				Check prosedur
2.1	Memeriksa area kerja dan mengidentifikasi semua bahaya yang mungkin timbul sebelum pengoperasian	Tindakan tidak dilakukan	Terdapat bahaya yang mungkin mengganggu aktivitas operator dalam bekerja	Training dasar-dasar keselamatan	Perbaiki prosedur dan cantumkan jenis bahaya yang sering timbul
2.2	Memeriksa "switch on" isolasi listrik battery	Kesalahan memeriksa, pemeriksaan tidak dilakukan	Isolasi listrik melupes, terjadi konsleting, kemungkinan lebih lanjut terjadi kebakaran	Perbaiki isolasi listrik battery	
2.3	Memeriksa gear pada posisi netral	Tindakan tidak dilakukan	Ketika distart FL dapat langsung bergerak, kemungkinan lebih lanjut dapat menabrak barang atau manusia disekitarnya		

2.4	Menstart motor	Kesalahan operator, dalam urutan yang salah	Fl motor tidak dapat di start		Training pengoperasian FL dari supervisor	
2.5	Memeriksa secara visual "flashing beacon"	Operator gagal menyimpulkan kondisi flashing beacon, kemungkinan kondisi panca indra tidak baik, pemeriksaan diabaikan	Membahayakan sistem, kerja dari FL terganggu			
2.6	Memeriksa lampu beroperasi	Lampu tidak menyala	Tidak begitu berpengaruh terhadap kerja FL, kecuali untuk aktivitas di malam hari	Ganti lampu bila perlu		
2.7	Mengetes horn dan wipers	Horn tidak berbunyi, check diabaikan	Kerusakan horn, sistem keselamatan (horn) tidak berfungsi, membahayakan orang lain	Ganti horn		
2.8	Memeriksa "radio operations"	Radio tidak dapat dioperasikan	Kesalahan pemeriksaan / operator salah mengoperasikan, komunikasi akan terganggu sehingga kerja operator terhambat			
2.9	Menaikkan side frame/tyres pada ketinggian maksimum	Frame tidak bisa naik	Kerusakan pada sistem FL, salah dalam menggunakan joy stick, kemungkinan tidak dapat melanjutkan kerja dalam mengangkat barang			
2.10	Menurunkan frame/tyres untuk mengemudi	Frame/tyres tidak bisa diturunkan				
2.11	Memeriksa sistem kontrol	Sistem kontrol tidak berfungsi, operator salah dalam memeriksa, output dari sistem tidak benar	Mengganggu proses kerja dengan FL, membahayakan kondisi peralatan		Training tentang sistem kontrol untuk operator	
2.12	Menguji "test brake"	Test brake tidak berfungsi, test diabaikan	Kerusakan alat, FL ketika dioperasikan tidak bisa direm (dikontrol kecepatannya)			
2.13	Menguji "foot brake"	Test diabaikan	Foot brake fail			
3	Pengoperasian FL untuk handling barang	Prosedur sering diabaikan			Training handling barang dengan FL	Perbaiki prosedur
3.1	Memeriksa SWL	Pemeriksaan diabaikan, kesalahan pembacaan SWL	Kerusakan pada sistem pengangkat (tyres)			
3.2	Memeriksa pusat beban	Tidak dilakukan, gagal menentukan pusat beban	Beban terangkat tanpa keseimbangan, kemungkinan selanjutnya beban jatuh, kerusakan pada barang yang dihandling			
3.3	Memeriksa beban untuk stabilitas (keseimbangan)	Tidak dilakukan, gagal memeriksa keseimbangan	Beban terangkat tanpa keseimbangan, kemungkinan selanjutnya beban jatuh, kerusakan pada barang yang dihandling			
3.4	Mendekatkan beban	Tynes menabrak barang	Kerusakan pada tyres dan juga barang			
3.5	Memasukkan dan menurunkan beban	Barang menyentuh/ bergesekan dengan dinding container	Kerusakan pada barang			
4	Handling barang dengan "Jib Attachment"				Training diperlukan	Check prosedur
4.1	Memeriksa load marking	Pemeriksaan diabaikan, lupa, kesalahan secara visual	Informasi tidak cukup tersedia		Penjelasan dari supervisor	Perbaiki prosedur
4.2	Memeriksa jib	Diabaikan				Check prosedur

						oleh supervisor
4.3	Memeriksa kondisi gear	Diabaikan	Jink kondisi gear aus, sistem akan transmisi terganggu			Check prosedur oleh supervisor
4.4	Memeriksa SWL	Lupa, tidak dilakukan	Kelebihan muatan			Revisi prosedur
4.5	Attach load	Tidak berfungsi	Proses pemindahan barang gagal			
4.6	Lift load	Tidak berfungsi	Proses pemindahan barang gagal			
4.7	Travel with load	Tabrakan	Kerusakan peralatan dan barang		Training untuk operator	Revisi prosedur
5	Memindahkan petikemas				Training pengoperasian FL untuk memindahkan petikemas	Check dan revisi prosedur bila perlu
5.1	Meluruskan forklift dengan petikemas	Gagal dalam meluruskan FL dengan posisi petikemas	Kesulitan mengunci petikemas			
5.2	Mengunci petikemas	Gagal mengunci	Potensial resiko terhadap jatuhnya petikemas ketika diangkat			
5.3	Mengangkat petikemas	Gagal mengangkat petikemas	Kerusakan alat pengangkat menyebabkan proses memindahkan petikemas terhambat			
5.4	Mengemudi dengan petikemas	Gagal mengemudi	Proses pemindahan terganggu			
5.5	Memindahkan beban	Gagal memindahkan beban	Operator terlalu tergesa-gesa sehingga beban tidak berada pada tempat yang sesuai			
5.6	Melotakkan petikemas	Petikemas jatuh	Kerusakan petikemas			
5.7	Melepaskan kunci petikemas	Gagal melepas kunci	Petikemas tidak bisa ditempatkan dengan baik			

Tabel 5.2 HEA prosedur kerja b/m di CFS

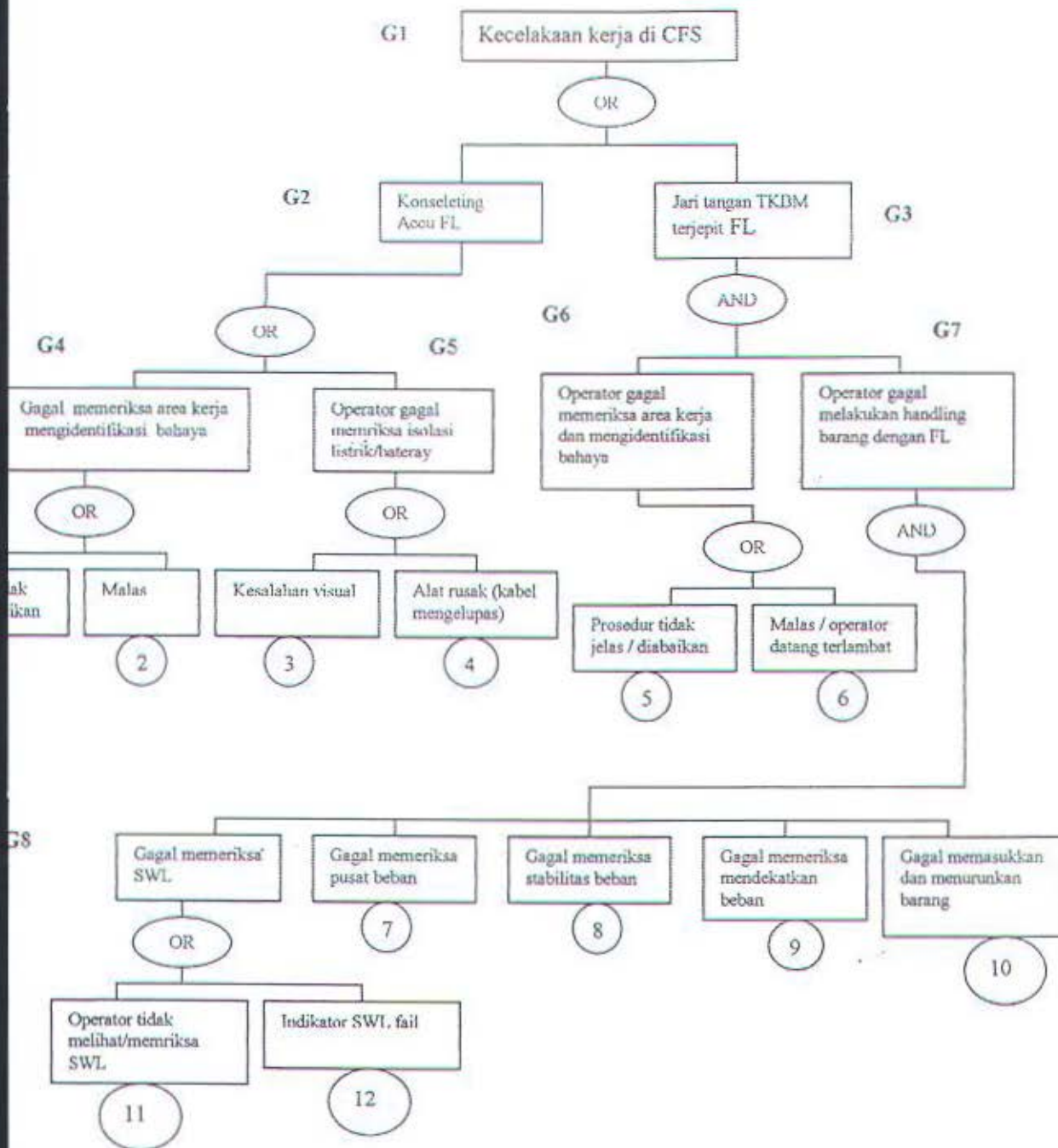
V.3.4.4 Representasi (Penggambaran Ulang)

Fault tree adalah salah satu cara untuk menggambarkan sejumlah error yang mempengaruhi tujuan sistem. Pada tahap ini akan dimodelkan kesalahan manusia yang menyebabkan kecelakaan. Pada pemodelan FTA ini berdasarkan kasus yang terjadi di CFS dan ditinjau dari aspek prosedur kerja. Selanjutnya berdasarkan gambar tersebut didapatkan minimal cut set sebagai berikut :

G1 is or gate		G7 is and gate	MINIMAL CUT SET	
G2		1	{1}	
G3		2		
G2 is or gate		3		
G4		4		
G5		5, 6, 7, 8, 9, 10		
G3		G8		
G3 is and gate		G8 is or gate		{5, 6, 7, 8, 9, 10}
G4		1		
G5		2		
G6, G7		3		
G4 is or gate		4		
1		5, 6, 7, 8, 9, 10		
2		11, 12		
G5				
G6, G7				
G5 is or gate				
1				
2				
3				
4				
G6, G7				
G6 is or gate		G7	{11, 12}	
1				
2				
3				
4				
5, 6				

Tabel 5.3 Mocus prosedur kerja di CFS

Pengkontruksian Faul Tree



Gambar 5.1
FTA kecelakaan kerja di CFS

V.3.2 Analisa Kecelakaan Kerja di Dermaga

Berdasarkan hasil analisa data kecelakaan pada bab sebelumnya diketahui bahwa per tahun 2000 kecelakaan yang terjadi tercatat 11 kasus. Kasus yang terjadi adalah sbb. :

1. CC mengalami loss saat mengangkat petikemas
2. Konseleting listrik pada bagian pengaman spreader
3. Petikemas jatuh saat diangkat CC dan menimpa chasis truk
4. Palka kapal jatuh saat diangkat CC

Selanjutnya kasus tersebut akan di analisa dengan pendekatan HRA untuk mengetahui sejauh mana pengaruh prosedur kerja terhadap kecelakaan kerja.

V.3.2.1 Definisi Masalah

Permasalahan dari kasus tersebut diatas adalah sbb. :

1. Kesalahan perawatan unit CC yang menyebabkan berkurangnya keamanan sistem terhadap keselamatan kerja.
2. Kesalahan operator CC dalam bekerja mengoperasikan CC
3. Kesalahan operator yang tidak memahami prosedur kerja

V.3.2.2 Task Analysis

Prosedur kerja bongkar muat dengan CC yang ada kemudian disusun dalam bentuk hierarki tugas seperti terlihat dalam lampiran. Selanjutnya dari hasil tersebut dibuat dalam bentuk Tabular Task Analysis sebagai berikut :

Step No	Description	Display	Required Actions	Feedback	Comms	Notes
0	Bekerja dengan CC (container crane)				Melakukan konfirmasi dengan supervisor dan petugas maintenance CC	Pekerjaan handling barang akan sukses jika setiap prosedur dilaksanakan dengan baik dan dalam urutan yang benar
1	Pemeriksaan sebelum pengoperasian					Sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi / kesiapan CC untuk dioestikan
1.1	Perencanaan lapangan kerja					Perencanaan dilakukan dengan teliti
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Syarat-syarat pekerjaan Prioritas pekerjaan Peraturan dan prosedur dilokasi kerja 		Lihat prosedur kerja kembali, lihat keadaan sekeliling dermaga	Persiapan rencana kerja selesai		
1.1.2	Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Tiang kapal / radar Bangunan atas kapal Fasilitas-fasilitas lain Peralatan lain Bahan-bahan berbahaya 		Check keadaan sekeliling dermaga (area kerja)	Pengawasan bahaya selesai		
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan		Laporkan pada supervisor bongkar muat tentang kesiapan rencana kerja di dermaga			
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian		Check kesiapan APD			
1.2.1	Memeriksa dilantai dasar		Memastikan tidak ada oli yang berserakan di lantai dasar			
1.1.2.1	Memeriksa nomor CC					Setiap CC mempunyai nomer identitas yang berhubungan dengan nomer yang telah dialokasikan
1.1.2.2	Memeriksa daya angkut yang aman		Lihat manual book CC	Pemeriksaan selesai		
1.1.2.3	Memeriksa Crane tidak terkunci		Lihat secara visual	Crane tidak terkunci		
1.1.2.4	Memeriksa ketersediaan buku tombol berhenti lintasan panjang secara manual		Check keberadaanya di kabin operator	Pemeriksaan selesai		
1.1.2.5	Memeriksa tombol-tombol berhenti darurat		Check secara visual dengan mekanik/supervis or	Pemeriksaan selesai		Apabila tombol tersebut belum disiapkan, maka sirkuit kontrol akan menghambat setiap daya listrik menuju crane dan tidak dapat beroperasi
1.1.2.6	Memeriksa area kerja aman untuk melakukan lintasan panjang		Memeriksa bahwa tidak ada puing-puing, barang, personel,	Pemeriksaan selesai		

			peralatan di area lintasan			
1.1.2.7	Memeriksa kemungkinan kebocoran oli dan kerusakan pada spreader		Check adanya kebocoran oli	Pemeriksaan selesai	Bocoran oli atau kerusakan yang ditemukan dapat berarti spreader tidak mampu mengunci atau melepaskan petikemas dengan benar	
1.1.2.8	Memeriksa kabin dalam posisi parkir yang benar		Check secara visual		Apabila kabin tidak pada posisi parkir yang benar laporkan kepada supervisor sebagai kemungkinan kerusakan	
1.1.2.9	Menyatakan lampu jalan masuk bila perlu		Tekan tombol lampu penerangan			Perlu pada malam hari dan dalam kondisi pandangan yang kurang jelas
1.1.2.1	Memeriksa saklar panel daya utama telah hidup		Check secara visual	Saklar daya panel hidup		
1.1.2.1	Memeriksa jalan masuk bebas dari oli		Check jalan masuk bebas dari oli dan bahan lain yang licin	Pemeriksaan selesai		
1.1.2.1	Memeriksa tanda-tanda keberadaan seseorang sedang bekerja diatas CC		Check secara visual	Pemeriksaan selesai		
1.2.2	Memeriksa didalam kabin operator					
1.2.2.1	Menaik lift ke kabin		Check bahwa tidak ada puing-puing, oli dan peralatan lain dalam lift, tekan tombol naik	Lift naik ke atas menuju kabin operator	Laporkan jika lift tidak bisa bekerja	Pastikan pintu lift tertutup dan terkunci
1.2.2.2	Memeriksa kelancaran jalan masuk		Pastikan tidak ada oli, puing-puing dan peralatan lain di jalan masuk	Pemeriksaan selesai		
1.2.2.3	Memeriksa kemungkinan kerusakan pada spreader		Ujilah semua bagian spreader dengan cermat dengan segala batas-batasnya	Spreader berfungsi dengan baik	Laporkan jika terjadi kerusakan	
1.2.2.4	Memeriksa kumparan hoist drum		Check secara visual kondisi kabel	Kumparan dapat bekerja dengan baik		Kabel terlingkar dengan benar pada kumparan
1.2.2.5	Membuka dan menutup pintu jalan masuk		Lakukan dengan hati-hati	Aksi selesai		
1.2.2.6	Membuka dan menutup pintu trolley		Memastikan pintu dapat bekerja dengan baik dan tidak perlu penyangga untuk dibuka	Aksi selesai		
1.2.2.7	Memeriksa tombol berhenti		Check secara	Check selesai	Atur ulang	

	darurat		visual		tombol tersebut bila perlu	
1.2.2.8	Membuka dan menutup pintu kabin		Memastikan pintu dapat bekerja dengan baik dan tidak perlu penyangga untuk dibuka	Aksi selesai		
1.2.2.9	Memeriksa alat pemadam kebakaran		Memeriksa segel masih terpasang dan unit terisi penuh	Pemeriksaan selesai		
1.2.2.10	Memeriksa saklar panel daya utama telah hidup		Check secara visual		Apabila tidak dapat bekerja dengan baik laporkan pada supervisor	
1.2.2.11	Mematikan tombol penerima alarm bila perlu		Tekan tombol alarm	Aksi selesai		
1.2.2.12	Memebersihkan jendela dan menyesuaikan tempat duduk		Check kebebasan pandangan dan kenyamanan tempat duduk	Aksi selesai		Bahan pembersih dan kain lap tersedia dalam kabin
1.3	Pemeriksaan keselamatan saat pengoperasian					
1.3.1	Memeriksa tombol berhenti darurat		Check secara visual	Aksi selesai		
1.3.2	Menyalakan tombol daya		Tekan tombol daya	Mesin berbunyi	Menunggu proses penyaluan mesin dan perhatikan jika ada suara bising /sing laporkan	
1.3.3	Memeriksa sistem komunikasi		Check radio komunikasi		Laporkan jika radio tidak berfungsi	
1.3.4	Menekan dan menahan penunjuk lampu tes		Tekan tombol dan tahan penunjuk lampu tes	Aksi selesai	Memeriksa status lampu diatas kapal dan lampu diatas panel, tes ulang bila perlu, jika rusak laporkan	
1.3.5	Menyalakan pompa spreader		Tekan tombol untuk menyalakan pompa	Lampu indikator pada spreader on		
1.3.6	Memeriksa pengoperasian flipper		Naik dan turunkan flipper	Aksi selesai		
1.3.7	Memeriksa pengangkat/ hoist		Gunakan tuas pengangkat hoist	Spreader dapat naik dan turun		
1.3.8	Memeriksa gerakan kemiringan/trim spreader		Gunakan tuas / joystick di kabin		Gerakan trim harus sesuai dengan spreader	
1.3.9	Mencoba sistem peringatan lintasan panjang					
1.3.10	Mencoba klakson/sirine		Tekan tombol klakson/sirine	Klakson/sirine berbunyi		
1.3.11	Mengatur panjing/menyeberang lintasan dalam posisi siap kerja		Gunakan joystick	Aksi selesai	Gunakan salah satu ukuran petikemas	Sistem peringatan harus berfungsi

					(20/40 ft) untuk memindahkan petikemas	
1.3.12	Mengurangi ayunan spreader		Gerakkan tuas perlahan			
1.3.13	Merendahkan spreader diatas petikemas		Gunakan tuas hoist	Spreader turun		Posisi spreader dalam jarak 30 cm diatas petikemas
1.3.14	Memeriksa tuas untuk pemindahan alat		Gunakan tuas	Spreader bergerak ke kiri/kanan dan kembali ke tengah sampai pada posisi tegak lurus dengan petikemas		
1.3.15	Mengunci petikemas		Tekan tombol pegunci twist lock	Lampu penunjuk menyala		
1.3.16	Menaikkan petikemas		Gunakan tuas pengangkat hoist	Spreader naik	Naikkan petikemas sejarak 30 cm dan memeriksa rem pengangkat hoist berfungsi	
1.3.17	Menurunkan petikemas		Tekan tombol pembuka kunci twist lock	Lampu penunjuk menyala		Petikemas ditumpuk diposisi yang telah ditentukan
1.3.18	Mengoperasikan gerakan CC secara bergantian					
1.3.19	Memastikan bahwa CC dapat beroperasi dengan lancar					Dengan melaksanakan seluruh prosedur ini berarti CC telah siap dioperasikan
1.4	Mematikan Container Crane					
1.4.1	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman		Gunakan joystick	Spreader pada ketinggian yang aman		Hal ini selalu dilakukan sebelum melakukan lintasan tanpa menyeberang
1.4.2	Mengatur posisi untuk lintasan menyeberang		Gunakan joystick			Hal ini memudahkan operator untuk masuk kabin, ada kemungkinan spreader harus diturunkan ke dermaga untuk diperbaiki
1.4.3	Memeriksa lampu lokasi lintasan menyeberang menyala		Tekan tombol lampu	Lampu menyala	Lampu lokasi harus berada ditempat yang sebenarnya	
1.4.4	Meneakan tombol mematikan Crane		Tekan tombol	Mesin mati		Tombol-tombol kontrol harus pada posisi mati dan netral
1.4.5	Mematikan tombol penerimaan alarm		Tekan tombol	Alarm mati		
1.4.6	Menutup jendela dan pintu		Lakukan secara perlahan	Aksi selesai		Jendela dan pintu harus tetap tertutup untuk menjaga kabin tetap kering dalam musim hujan
1.4.7	Menyalakan lampu jalan masuk		Tekan tombol lampu	Lampu on		Lampu akan menerangi jalan

						masuk diperlukan	bila
1.4.8	Membuka dan menutup pintu trolley dan pintu jalan masuk	Lakukan perlahan-lahan	Pintu tertutup				
1.4.9	Turun kelantai dasar dengan menggunakan lift	Masuk ke lift			Pastikan pintu lift tertutup dan lampu jalan masuk telah tertutup dan lampu jalan masuk telah dimatikan		
1.4.10	Melaporkan segala kerusakan atau perbaikan yang diperlukan kepada supervisor/mandor				Jika ada kerusakan segera laporkan pada supervisor	Hal ini memudahkan petugas pemeliharaan untuk memperbaiki kerusakan pada mesin	
2.	Pelaksanaan gerakan CC						
2.1	Lintasan panjang						Lintasan panjang adalah gerakan cc ke arah kiri dan kanan sepanjang rel
2.1.1	Memastikan alarm peringatan dan lampu kedip tetap bekerja selama melakukan lintasan	Tekan tombol alarm	Alarm berbunyi				
2.1.2	Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan	Check secara visual	Check selesai				
2.1.3	Mengawasi radar kapal, jalan sempit, tiang radio, dll	Check secara visual	Check selesai				
2.1.4	Memastikan spreader berada pada ketinggian yang aman selama melakukan lintasan	Gunakan joystick untuk menaikkan spreader	Aksi selesai				
2.1.5	Memastikan ayunan spreader telah dikurangi pada lokasi tujuan lintasan	Gunakan joystick	Aksi selesai				
2.1.6	Menjaga pandangan agar selalu bebas ke seluruh area kerja setiap saat.	Lakukan pengecekan pandangan secara seksama					
2.2	Lintasan menyeberang						Lintasan menyeberang adalah gerakan sepanjang troli, termasuk kabin dan bagian-bagian spreader, sepanjang boom
2.2.1	Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan	Check secara visual dengan seksama	Pemeriksaan selesai				
2.2.2	Dilarang membawa muatan seseorang diatas spreader kosong atau bermuatan						Untuk keselamatan manusia
2.2.3	Memastikan ayunan spreader telah dikurangi pada saat tiba dilokasi tujuan	Gunakan joystick untuk mengurangi kecepatan	Aksi selesai				
2.2.4	Memastikan spreader berada pada ketinggian yang aman	Gunakan joystick	Aksi selesai				
2.2.5	Dilarang menggunakan saklar-saklar batas untuk berhenti						
2.2.6	Memastikan tuas pengontrol dapat bekerja dengan baik	Gerakkan tuas kearah kanan / kiri, depan/ belakang	Aksi selesai, tuas berfungsi				
2.3	Pelaksanaan gerakan-gerakan spreader						
2.3.1	Menurunkan spreader	Gunakan tuas	Spreader turun	Saat bekerja	Saklar batas		

					dengan gundes, periksalah kemungkinan adanya kerusakan	mencegah spreader diturunkan apabila berada dalam posisi sill beam
2.3.2	Mengunci dan membuka kunci petikemas		Tekan tombol pengunci twistlock	Lampu landpan on		
2.3.3	Mengoperasikan flipper		Tekan tombol flipper	Flippers bergerak		Terdapat 4 bush flipper, bergerak dan dikendalikan dengan menekan semua atau salah satu tombol flipper
2.3.4	Melakukan penyesuaian spreader secara memanjang (trimming) melintang (listing)		Tekan saklar pengatur pada kabin operator	Aksi selesai		Prosedur ini dilakukan apabila operator kesulitan pada saat b/m petikemas dari sebuah kapal. Don apabila kapal bersandar tidak sempurna dalam posisi mendatar (horisontal)
2.3.5	Menyesuaikan panjang spreader		Pindahkan saklar sesuai dengan posisi yang diperlukan (20 ft atau 40 ft) dan awasi pelurusan bingkai spreader	Aksi selesai, spreader pada posisi 20 atau 40 ft	Penyesuaian ini harus dilakukan pada posisi tanpa muatan	
3	Pengoperasian CC					Untuk memudahkan pekerjaan bongkar dan muat sangat penting untuk meluruskan spreader
3.1	Meluruskan spreader dan menurunkan petikemas/container		Gunakan joystick	Spreader turun		
3.1.1	Mengatur posisi spreader tepat diatas petikemas		Gunakan spreader	Aksi selesai		
3.1.2	Mengunci petikemas dengan twistlock		Tekan tombol twist lock	Lampu indikator menyala		
3.1.3	Mulailah mengangkat sampai kekendoran kabel		Gunakan jostik	Aksi selesai		
3.1.4	Memastikan keseimbangan petikemas telah sempurna		Check secara visual ayunan spreader	Aksi selesai, spreader seimbang		
3.1.5	Mengangkat petikemas sampai pada ketinggian yang aman		Gunakan tuas	Petikemas naik		
3.2	Meluruskan spreader dan menaikkan petikemas		Gunakan tuas	Spreader lurus kemudian naikan		
3.2.1	Mengurangi kecepatan pada saat mendekati petikemas yang dituju		Gunakan tuas			
3.2.2	Mengatur posisi spreader tepat diatas truk kapal		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.2.3	Mendaratkan petikemas perlahan-lahan pada posisi yang dituju		Gerakkan tuas pada arah turun	Petikemas turun		
3.3	Mengganti spreader					
3.3.1	Menerima instruksi dari mandor/supervisor pemeliharaan			Intruksi diterima		
3.3.2	Menurunkan spreader keatas dermaga		Gunakan tua	Aksi selesai		Prosedur sama dengan prosedur mendaratkan petikemas di dermaga

3.3.3	Memastikan pompa spreader		Tekan tombol pompa	Pompa off		Daya menuju spreader harus disolasiakan untuk melakukan penggantian
3.3.4	Menunggu instruksi lebih lanjut dari petugas pemeliharaan			Intruksi diterima		
3.3.5	Menaikkan head block pada ketinggian yang aman		Gunakan tuas	Head blok naik pada ketinggian yang aman		
3.3.6	Melakukan lintasan menyeberang atau lintasan panjang		Gunakan tuas	Alarm berbunyi		
3.3.7	Menurunkan head block ke atas spreader yang telah diganti		Gunakan tuas	Aksi pemasangan selesai		
3.3.8	Menunggu instruksi lebih lanjut dari petugas pemeliharaan			Intruksi diterima		
3.3.9	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman		Gunakan tuas arah naik	Aksi selesai		
3.3.10	Memastikan spreader telah siap dioperasikan kembali (mencoba pengoperasian untuk 20 dan 40 ft, twistlock bekerja/tidak)		Tekan tombol 20/40 ft	Spreader berfungsi		
3.3.11	Kembali bekerja				Mintalah bantuan mandor untuk mengawasi dari dekat beberapa angkatan pertama untuk memastikan semuanya dapat bekerja dengan baik	
3.4	Bekerja dengan rantai hoist yang panjang					Rantai digunakan apabila ukuran barang terlalu tinggi untuk kerangka petikemas
3.4.1	Memastikan bahwa rantai pengangkat/hoist berkondisi baik		Check secara visual	Kondisi rantai baik		
3.4.2	Memastikan bahwa tali yang berada pada spreader cukup panjang		Periksa secara visual	Rantai cukup panjang		
3.4.3	Memastikan bahwa rantainya telah dihubungkan ke spreader		Check secara visual	Aksi selesai		
3.4.4	Menunggu mandor dapat mengatur untuk mengunci dan membuka kunci		Tunggu intruksi			
3.4.5	Menunggu tanda dari mandor untuk mengangkat		Tunggu intruksi	Intruksi diterima dan siap untuk mengangkat		
3.4.6	Mengangkat spreader ke atas ruangan sekatan dan yang dituju		Gunakan tuas	Aksi selesai	Minta bantuan kepada mandor untuk mengunci atau membuka kunci	
3.5	Mengangkat muatan dengan tiang beam					
3.5.1	Memindahkan spreader petikemas		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.5.2	Menambahkan tiang penunjang		Dilakukan oleh	Aksi selesai		

	untuk pengangkatan muatan berat		mekanik			
3.5.3	Menambalkan kabel/rantai pengangkat pada tiang tersebut		Dilakukan oleh mekanik	Aksi selesai		
3.5.4	Melaksanakan pengangkatan (memastikan bahwa muatan tidak berayun dan dilakukan secara perlahan-lahan)		Gunakan tuas dan cek secara visual	Aksi selesai		
3.5.5	Mendaratkan muatan di lokasi tujuan		Gunakan tuas	Petikemas turun		
3.6	Pengoperasian boom					
3.6.1	Menaikkan boom		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.6.1.1	Memindahkan trolley ke posisi parkir		Gunakan tuas	Trolley pada posisi parkir		
3.6.1.2	Menekan tombol operasi boom berwarna hijau di panel kontrol		Tekan tombol warna hijau			
3.6.1.3	Menunggu selama satu menit sementara alarm berbunyi			Alarm berbunyi	Jika tidak berbunyi laporkan	
3.6.1.4	Menekan tombol berwarna putih untuk menaikkan boom (setelah alarm berhenti). Lampu akan berkedip dan berhenti setelah boom berada diatas		Tekan tombol putih	Boom naik, lampu off		
3.6.2	Menurunkan boom					
3.6.2.1	Memastikan bahwa operator tidak terhalang oleh tiang-tiang kapal (crane kapal, tiang navigasi dan bangunan atas)		Check secara visual	Aksi selesai		
3.6.2.2	Menekan tombol boom berwarna hijau di panel kontrol		Tekan tombol hijau	Lampu sirine akan menyala		
3.6.2.3	Menunggu selama satu menit sementara alarm berbunyi			Alarm berbunyi		
3.6.2.4	Menekan tombol berwarna putih untuk menurunkan boom (setelah alarm berhenti) bila lampu telah selesai berkedip, maka boom sudah berada di bawah		Tekan tombol putih	Boom turun		
3.7	Memindahkan dan meletakkan tutup palka					Dilakukan untuk mencapai barang di dalam dek kapal, tutup palka kapal harus dipindahkan
3.7.1	Memindahkan tutup palka		Gunakan tuas			
3.7.1.1	Memastikan bahwa tutup palka tidak terkunci		Dilakukan oleh mandor diatas dek	Aksi selesai		
3.7.1.2	Memastikan lokasi dibelakang kapal telah bebas/siap sehingga penempatan tutup palka di dermaga tidak kacau		Check secara visual	Aksi selesai		
3.7.1.3	Menginformasikan kepada pengemudi crane dan trailer yang sedang bekerja di sekitarnya (operator) bahwa operator akan memindahkan tutup palka		Gunakan pengeras suara	Aksi selesai		
3.7.1.4	Meletakkan spreader diatas tutup palka dibawah bantuan seorang petugas diatas dek		Gunakan tuas di dalam kabin	Spreader mengunci tutup palka		
3.7.1.5	Pengangkatan pertama harus dilakukan secara perlahan-lahan agar mandor dapat memastikan semuanya bekerja dengan baik		Angkat dengan perlahan	Palka terangkat		
3.7.1.6	Memastikan bahwa tumpukannya tepat pada tutup palka yang lain		Check secara visual	Aksi selesai		
3.7.1.7	Memastikan bahwa segala barang (balok pengunci, twislocks) berada ditempat yang aman sehingga tidak menghalangi proses pemindahan tutup palka		Check secara visual	Aksi selesai		

3.7.1.8	Memastikan bahwa rel pelindung telah di tempatkan di sekeliling tutup palka		Dilakukan oleh mandor dan informasikan pada operator crane	Aksi selesai		
3.7.2	Meletakkan kembali tutup palka		Gunakan tuas	Petikemas berada di demmaga		
3.7.2.1	Menyinformasikan kepada pengemudi crane dan trailer yang sedang bekerja di dekat operator		Gunakan pengeras suara atau sirine	Alat berfungsi		
3.7.2.2	Menempatkan spreader diatas tutup palka dengan panduan dari mandor		Perlahan-lahan	Aksi selesai		
3.7.2.3	Memastidi semua perintah yang diberikan mandor untuk meletakkan		Patuhi intruksi mandor	Intruksi diterima		
3.8	Membongkar dan memuat petikemas					
3.8.1	Membongkar dari kapal					
3.8.1.1	Menerima instruksi dari mandor		Tunggu intruksi	Intruksi diterima		
3.8.1.2	Melakukan lintasan punjung/menyeberang menuju lokasi kerja		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.8.1.3	Menurunkan spreader diatas petikemas, dan menyalakan lampu landspin dan mengunci		Gunakan tuas, tekan tombol landspin	Lainjua landspin on		
3.8.1.4	Menaikkan petikomas pada ketinggian yang aman		Gunakan tuas	Spreader pada ketinggian yang aman		
3.8.1.5	Melakukan lintasan menyeberang menuju kedermaga, dan menurunkannya ke atas trailer		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.8.1.6	Menurunkan petikemas perlahan-lahan diatas trailer		Gunakan tuas	Petikemas turun		
3.8.1.7	Memeriksa apakah lampu landspin sudah menyala		Check secara visual	Lampu menyala		
3.8.1.8	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses		Gunakan tuas	Aksi selesai, spreader naik		
3.8.2	Memuat di kapal					
3.8.2.1	Menerima instruksi dari mandor		Tunggu intruksi	Intruksi diterima		
3.8.2.2	Melakukan lintasan panjang/menyeberang menuju lokasi kerja		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.8.2.3	Menurunkan spreader diatas petikemas, dan menyalakan lampu landspin, dan mengunci spreader pada petikemas		Gunakan tuas, kunci spreader	Petikemas turun		
3.8.2.5	Melakukan lintasan menyeberang menuju kapal, dan menurunkannya ke atas dek		Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.8.2.6	Menurunkan petikemas perlahan-lahan ke dek (ruang sekatan)		Gunakan tuas	Petikemas turun		
3.8.2.7	Memeriksa apakah lampu landspin sudah menyala		Secara visual	Lampu on		
3.8.2.8	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses		Gunakan tuas	Spreader pada ketinggian yang aman		

Tabel 5.4 Tabular task analysis prosedur kerja b/m di Dermaga

V.3.2.3 Human Error Analysis (Analisa Kesalahan Manusia)

Setelah proses pembuatan tabular task analisis selesai selanjutnya akan diidentifikasi semua kesalahan manusia yang mungkin terjadi yang dapat menyebabkan potensi kecelakaan kerja. Hasil dari identifikasi ini diberikan dalam tabel di bawah ini. Pada tabel tersebut berisi tentang "error modes", kemungkinan penyebabnya dan juga konsekuensinya terhadap sistem maupun pekerja.

Tabel 5.5 HEA prosedur kerja b/m di dermaga

Task Step No	Error Modes	Possibles Consequences	Remedia Actions		
			Design	Training	Procedu re
0	Bekerja dengan CC (container crane)			Training operator	Check prosedur
1	Pemeriksaan sebelum pengoperasian			Sama	Sama
1.1	Perencanaan lapangan kerja			Sama	Lebih diperjelas
1.1.1	Memperiapkan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Syarat-syarat pekerjaan Prioritas pekerjaan Peraturan dan prosedur dilokasi kerja 	Aksi diabaikan	Rencana kerja tidak siap, mengganggu proses		
1.1.2	Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Tiang kapal /radar Bangunan atas kapal Fasilitas-fasilitas lain Peralatan lain Bahan-bahan berbahaya 	Aksi diabaikan	Kemungkinan timbul resiko atau bahaya sewaktu bekerja		
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan	Aksi diabaikan	Rencana kerja berantakan		
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian	Pemeriksaan tidak dilakukan	Keamanan berkurang, timbul bahaya	Training K3	Check prosedur
1.2.1	Memeriksa dilantai dasar	Tidak dilakukan	Kemungkinan ada oli bocor, kerusakan spreader tidak diketahui		
1.1.2.1	Memeriksa nomor CC	Tidak dilakukan			
1.1.2.2	Memeriksa daya angkut yang aman	Tidak dilakukan	Saat beroperasi kemungkinan terjadi overload		
1.1.2.3	Memeriksa Crane tidak terkunci	Tidak dilakukan	Proses kerja terhambat		
1.1.2.4	Memeriksa ketersediaan buku-buku tombol berhenti lintasan panjang secara manual	Tidak dilakukan	Kesulitan mencari informasi, jika ada trouble		
1.1.2.5	Memeriksa tombol-tombol berhenti darurat	Tidak dilakukan	Menghambat setiap daya listrik yang menuju ke crane		
1.1.2.6	Memeriksa area kerja aman untuk melakukan lintasan panjang	Diabaikan	Kerusakan spreader tidak diketahui secara cepat, proses terganggu		
1.1.2.7	Memeriksa kemungkinan kebocoran oli dan kerusakan pada spreader	Tidak dilakukan	Kerusakan semakin parah		
1.1.2.8	Memeriksa kabin dalam posisi parkir yang benar	Tidak dilakukan			
1.1.2.9	Menyalakan lampu jalan masuk bila	Tidak dilakukan	Mengganggu pandangan		

	perlu		dimalam hari			
1.1.2.10	Memeriksa saklar panel daya utama telah hidup	Diabaikan	Mesin tidak dapat dihidupkan			
1.1.2.11	Memeriksa jalan masuk bebas dari olie	Diabaikan	Resiko terpeleset			
1.1.2.12	Memeriksa tamba-tanda keberadaan seseorang sedang bekerja diatas CC	Diabaikan	Resiko bahaya bagi orang lain			
1.2.2	Memeriksa didalam kabin operator	Tidak dilakukan				
1.2.2.1	Menaikki lift ke kahin					
1.2.2.2	Memeriksa kelancaran jalan masuk	Diabaikan	Resko bahaya			
1.2.2.3	Memeriksa kemungkinan kerusakan pada spreader	Tidak dilakukan	Kerusana bertambah, proses kerja terhambat			
1.2.2.4	Memeriksa kumparan hoist drum	Tidak dilakukan	Kerusakan kumparan hosit tidak terdeteksi, kumparan tidak bekerja dengan baik			
1.2.2.5	Membuka dan menutup pintu jalan masuk	No error				
1.2.2.6	Membuka dan menutup pintu trolley					
1.2.2.7	Memeriksa tombol berhenti darurat	Diabaikan				
1.2.2.8	Membuka dan menutup pintu kabin	No error				
1.2.2.9	Memeriksa alat pemadam kebakaran	Diabaikan	Alat tidak ready, jika terjadi kebakaran sulit untuk memadamkan			
1.2.2.10	Memeriksa saklar panel daya utama telah hidup	Diabaikan	Saklar tidak bekerja			
1.2.2.11	Mematikan tombol penerima alarm bila perlu	Diabaikan				
1.2.2.12	Memebersihkan jendela dan menyesuaikan tempat duduk	Tidak dilakukan				
1.3	Pemeriksaan keselamatan saat pengoperasian	Diabaikan	Resiko bahaya		Training K3	Check prosedur
1.3.1	Memeriksa tombol berhenti darurat	Diabaikan				
1.3.2	Menyalakan tombol daya	Lupa	Daya tidak tersalurkan			
1.3.3	Memeriksa sistem komunikasi	Diabaikan	Komunikasi terhambat			
1.3.4	Menekan dan menahan penunjuk lampu tes	Tidak dilakukan	Status lampu tidak diketahui			
1.3.5	Menyalakan pompa spreader	Lupa	Spreader tidak berfungsi			
1.3.6	Memeriksa pengoperasian flipper	Diabaikan	Jika terjadi kerusakn tidak terdeteksi			
1.3.7	Memeriksa pengangkat/ hoist	Diabaikan	Spredrer tidak naik/turun			
1.3.8	Memeriksa gerakan kemiringan/trim spreader	Diabaikan				
1.3.9	Mencoba sistem peringatan lintasan panjang					
1.3.10	Mencoba klakson/sirine	Diabaikan	Gerakan trim tidak sesuai			
1.3.11	Mengatur lintasan panjang/menyeberang dalam posisi siap kerja	Tidak dilakukan	Resiko bahaya			
1.3.12	Mengurangi ayunan spreader	Diabaikan	Terjadi benturan			
1.3.13	Merendahkan spreader diatas petikemas	No error				
1.3.14	Memeriksa tuas untuk pemindahan alat	No error				
1.3.15	Mengunci petikemas	Diabaikan	Petikemas kemungkianan tidak terangkat / jatuh			
1.3.16	Menaikkan petikemas	No error				
1.3.17	Menurunkan petikemas	No error				
1.3.18	Mengoperasikan gerakan CC secara bergantian	Diabaikan	Jika ada gerakan yang troubel proses terhambat			
1.3.19	Memastikan bahwa CC dapat beroperasi dengan linear	No error				
1.4	Mematikan Container Crane					
1.4.1	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Resiko bahaya			
1.4.2	Mengatur posisi untuk lintasan	No error				

	menyeberang					
1.4.3	Memeriksa lampu lokasi lintasan menyeberang memvale	No error				
1.4.4	Menekan tombol mematikan Cranc	No error				
1.4.5	Mematikan tombol penerimaan alarm	No error				
1.4.6	Menutup jendela dan pintu	No error				
1.4.7	Menyalakan lampu jalan masuk	Diabaikan	Pandangan terganggu			
1.4.8	Membuka dan menutup pintu trolley dan pintu jalan masuk	No error				
1.4.9	Turun kelantai dasar dengan menggunakan lifl	No error				
1.4.10	Melaporkan segala kerusakan atau perbaikan yang diperlukan kepada supervisor/mandor	Diabaikan / lupa	Kerusakan tidak terpantau oleh mandor			
2.	Pelaksanaan gerakan CC				Training bagi operator	Lebih diperjelas
2.1	Lintasan panjang				Sama	Sama
2.1.1	Memastikan alarm peringatan dan lampu kedip tetap bekerja selama melakukan lintasan	Diabaikan				
2.1.2	Memastikan tidak ada seorangpun berada diarea lintasan	Diabaikan	Resiko kecelakaan /tertabarak			
2.1.3	Mengawasi radar kapal, jalan sempit, tiang radio, dll	Diabaikan	Tabrakan			
2.1.4	Memastikan spreader berada pada ketinggian yang aman selama melakukan lintasan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.1.5	Memastikan ayunan spreader telah dikurangi pada lokasi tujuan lintasan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.1.6	Menjaga pandangan agar selalu bebas ke seluruh area kerja setiap saat.	No error				
2.2	Lintasan menyeberang					
2.2.1	Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.2.2	Dilarang membawa muatan seseorang diatas spreader kosong atau bermuatan	Dibaikan	Resiko bahaya			
2.2.3	Memastikan ayunan spreader telah dikurangi pada saat tiba di lokasi tujuan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.2.4	Memastikan spreader berada pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.2.5	Dilarang menggunakan saklar-saklar batas untuk berhenti	Diabaikan	Resiko kerusakan alat			
2.2.6	Memastikan tuas pengontrol dapat bekerja dengan baik	No error				
2.3	Pelaksanaan gerakan-gerakan spreader					
2.3.1	Menurunkan spreader	No error				
2.3.2	Mengunci dan membuka kunci petikemas	Terlambat	Petikeams tidak terkunci			
2.3.3	Mengoperasikan flipper	Diabaikan	Flipper tidak berfungsi			
2.3.4	Melakukan penyesuaian spreader secara memanjang (trimming) melintang (lising)	Diabaikan	Trim fail			
2.3.5	Menyesuaikan panjang spreader	Dibaikan	Proses terganggu			
3.	Pengoperasian CC				Training operator	Check dan perjelas
3.1	Meluruskan spreader dan menurunkan petikemas/container				Perlu	Check
3.1.1	Mengatur posisi spreader tepat diatas	No error				

	petikemas					
6.1.2	Mengunci petikemas dengan twistlock	Terlambat	Petikemas tidak terkunci dengan baik			
6.1.3	Mulailah mengangkat sampai kekenduran kabel	Diabaikan	Kerusakan pada kabel			
6.1.4	Memastikan keseimbangan petikemas telah sempurna	Diabaikan	Petikemas oleng, menabrak struktur			
6.1.5	Mengangkat petikemas sampai pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Resiko bahaya			
6.2	Meluruskan spreader dan menaikkan petikemas	Diabaikan	Petikemas sulit terkunci			
6.2.1	Mengurangi kecepatan pada saat mendekati petikemas yang dituju	Diabaikan	Resiko bahaya			
6.2.2	Mengatur posisi spreader tepat diatas truk/ kapal	Diabaikan	Petikemas tidak tepat berada di chasis truk atau kapal			
6.2.3	Mendaratkan petikemas perlahan-lahan pada posisi yang dituju	Diabaikan	Benturan dengan chasis atau dek kapal, kerusakan petikemas			
6.3	Mengganti spreader			Perlu	Check prosedr	
6.3.1	Menerima instruksi dari mandor/supervisor pemeliharaan	No error				
6.3.2	Menurunkan sprcader keatas dermaga	No error				
6.3.3	Mematikan pompa spreader	Diabaikan	Resiko bahaya (kerusakan pompa)			
6.3.4	Menunggu instruksi lebih lanjut dari petugas pemeliharaan	No error				
6.3.5	Menaikkan head block pada ketinggian yang aman	No error				
6.3.6	Melakukan lintasan menyeberang atau lintasan panjang	No error				
6.3.7	Menurunkan head block ke atas sprcader yang telah diganti	No error				
6.3.8	Menunggu instruksi lebih lanjut dari petugas pemeliharaan	No error				
6.3.9	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Resiko bahaya			
6.3.10	Memastikan spreader telah siap dioperasikan kembali (mencoba pengoperasian untuk 20 dan 40 ft, twistlock bekerja/tidak)	Diabaikan	Alat tidak berfungsi			
6.3.11	Kembali bekerja					
6.4	Bekerja dengan rantai hoist yang panjang			Perlu	Check prosedur	
6.4.1	Memastikan bahwa rantai pengangkat/hoist berkondisi baik	Diabaikan	Rantai akan fail saat dioperasikan			
6.4.2	Memastikan bahwa tali yang berada pada spreader cukup panjang	Diabaikan	Proses kerja terganggu			
6.4.3	Memastikan bahwa rantainya telah dihubungkan ke spreader	Diabaikan	Proses terganggu, kemungkinan lebih lanjut petikemas dapat jatuh ketika diangkat			
6.4.4	Menunggu mandor dapat mengatur untuk mengunci dan membuka kunci	Informasi dari mandor tidak jelas				
6.4.5	Menunggu tanda dari mandor untuk mengangkat	Tanda tidak jelas	Gagal mengangkat			
6.4.6	Mengangkat spreader ke atas ruangan sekatan dan yang dituju	No error				
6.5	Mengangkat muatan dengan tiang beam					
6.5.1	Memindahkan spreader petikemas	No error				
6.5.2	Menambahkan tiang penunjang untuk pengangkatan muatan berat	No error				
6.5.3	Menambahkan kabel/rantai pengangkat pada tiang tersebut	No error				
6.5.4	Melaksanakan pengangkatan (memastikan bahwa muatan tidak berayun dan dilakukan secara	Diabaikan	Petikemas oleng			

	perlahan-lahan)				
3.5.5	Mendaratkan muatan di lokasi tujuan	No error			
3.6	Pengoperasian boom			Perlu	Check prosedur
3.6.1	Menaikkan boom				Perjelas
3.6.1.1	Memindahkan trolley ke posisi parkir	Tidak dilakukan	Resiko bahaya		
3.6.1.2	Menekan tombol operasi boom berwarna hijau dipanel kontrol	Salah pencet	Proses terganggu / fail		
3.6.1.3	Menunggu selama satu menit sementara alarm berbunyi	No error			
3.6.1.4	Menekan tombol berwarna putih untuk menaikkan boom (setelah alarm berhenti). Lampu akan berkedip dan berhenti setelah boom berada diatas	Salah pencet	Boom tidak naik		
3.6.2	Menurunkan boom			Perlu	Perjelas
3.6.2.1	Memastikan bahwa operator tidak terhalang oleh tiang-tiang kapal (crane kapal, tiang navigasi dan hangaran atas)	Diabaikan	Resiko bahaya		
3.6.2.2	Menaikkan tombol boom berwarna hijau di panel kontrol	Salah pencet	Pengoperasian fail		
3.6.2.3	Menunggu selama satu menit sementara alarm berbunyi	No error			
3.6.2.4	Menekan tombol berwarna putih untuk menurunkan boom (setelah alarm berhenti) bila lampu telah selesai berkedip, maka boom sudah berada di bawah	Salah pencet	Boom tidak dapat turun		
3.7	Memindahkan dan meletakkan tutup palka			Perlu	Perjelas dan check
3.7.1	Memindahkan tutup palka				Check
3.7.1.1	Memastikan bahwa tutup palka tidak terkunci	Diabaikan	Sudut diangkat		
3.7.1.2	Memastikan lokasi dibelakang kapal telah bebas/siap sehingga penempatan tutup palka di dormaga tidak kacau	Diabaikan	Resiko bahaya		
3.7.1.3	Menginformasikan kepada pengemudi crane dan trailer yang sedang bekerja di sekitarnya (operator) bahwa operator akan memindahkan tutup palka	Diabaikan	Accident		
3.7.1.4	Meletakkan spreader diatas tutup palka dibawah bantuan seorang petugas diatas dek	Komunikasi tidak jelas	Proses terganggu		
3.7.1.5	Pengangkatan pertama harus dilakukan secara perlahan-lahan agar mandor dapat memastikan semuanya bekerja dengan baik	Diabaikan	Resiko palka jatuh		
3.7.1.6	Memastikan bahwa tumpukannya tepat pada tutup palka yang lain	Diabaikan	Kerusakan palka		
3.7.1.7	Memastikan bahwa segala barang (balok pengunci, twislocks) berada ditempat yang aman sehingga tidak menghalangi proses pemindahan tutup palka	Diabaikan	Resiko bahaya		
3.7.1.8	Memastikan bahwa rel pelindung telah di tempatkan di sekeliling tutup palka	Diabaikan	Resiko bahaya		
3.7.2	Meletakkan kembali tutup palka			Sama	Sama
3.7.2.1	Menginformasikan kepada pengemudi crane dan trailer yang sedang bekerja di dekat operator	Tidak dilakukan	Resiko bahaya		
3.7.2.2	Menempatkan spreader diatas tutup palka dengan panduan dari mandor	No error			
3.7.2.3	Mematuhi semua perintah yang diberikan mandor untuk meletakkan	Diabaikan	Proses terganggu		
3.8	Membongkar dan memuat petikemas			Perlu	Check &

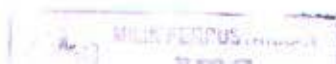
3.8.1	Membongkar dari kapal					perjelas Perjelas
3.8.1.1	Menerima instruksi dari mandor	Tidak jelas	Proses terganggu			
3.8.1.2	Melakukan lintasan panjang/menyeberang menuju lokasi kerja	No error				
3.8.1.3	Menurunkan spreader diatas petikemas, dan menyalakan lampu landspin dan mengunci	Lupa mengunci	Petikemas tidak terkunci, kemungkinan jatuh saat diangkat			
3.8.1.4	Menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Resiko bahaya			
3.8.1.5	Melakukan lintasan menyeberang menuju kedemaga, dan menurunkannya ke atas trailer	No error				
3.8.1.6	Menurunkan petikemas perlahan-lahan diatas trailer	Diabaikan	Kerusakan pada chasis truk			
3.8.1.7	Memeriksa apakah lampu landspin sudah menyala	Diabaikan	Lampu tidak terdeteksi			
3.8.1.8	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses	Diabaikan	Resiko bahaya			
3.8.2	Memuat dikapal				Perlu	Check & perjelas
3.8.2.1	Menerima instruksi dari mandor	Informasi tidak jelas	Proses terganggu			
3.8.2.2	Melakukan lintasan panjang/menyeberang menuju lokasi kerja	No error				
3.8.2.3	Menurunkan spreader diatas petikemas, dan menyalakan lampu landspin, dan mengunci spreader pada petikemas	Tidak terkunci	Petikemas tidak terangkat atau jatuh saat diangkat			
3.8.2.5	Melakukan lintasan menyeberang menuju kapal, dan menurunkannya ke atas dek	No error				
3.8.2.6	Menurunkan petikemas perlahan-lahan ke dek (ruang sekalan)	Diabaikan	Mengganggu stabilitas kapal			
3.8.2.7	Memeriksa apakah lampu landspin sudah menyala	No error				
3.8.2.8	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses	Diabaikan	Resiko bahaya			

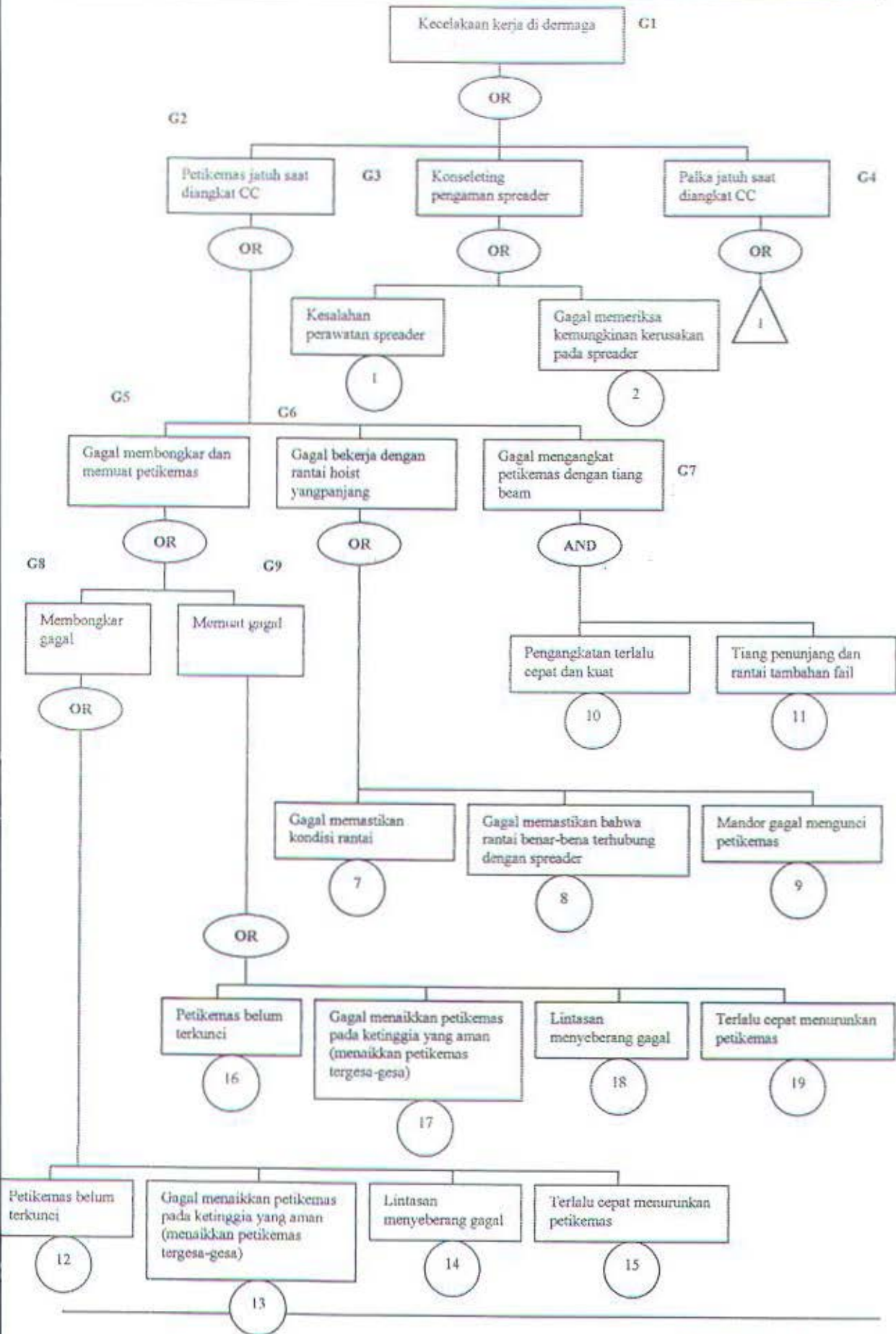
V.3.2.4 Representasi (Penggambaran Ulang)

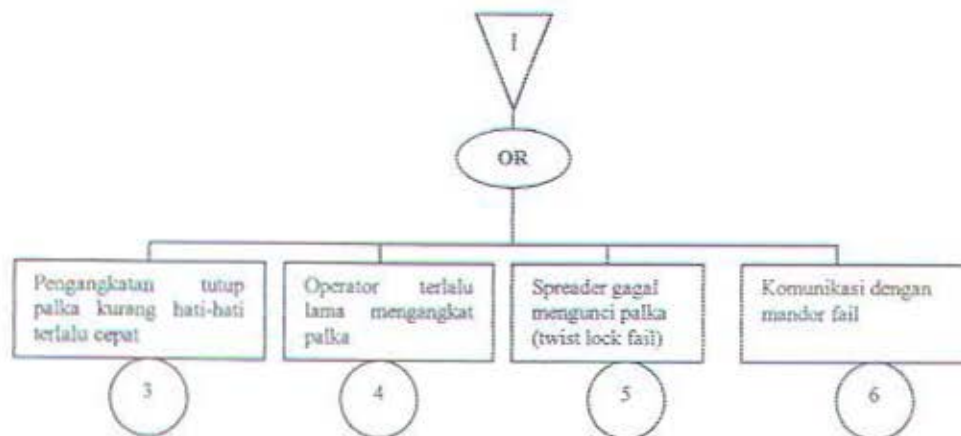
Fault tree adalah salah satu cara untuk menggambarkan sejumlah error yang mempengaruhi tujuan sistem. Pada tahap ini akan dimodelkan kesalahan manusia yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. Pada pemodelan FTA ini berdasarkan kasus yang terjadi di Dermaga dan ditinjau dari aspek prosedur kerja. Selanjutnya berdasarkan fault tree tersebut didapatkan minimal cut set sbb. :

G1 is or gate			G7 is and gate		MINIMAL CUT SET
G2			G8		
G3			G9		{1}
G4			7		{2}
G2 is or gate			8		{3}
G5			9		{4}
G6			10, 11		{5}
G7			1		{6}
G3			2		{7}
G4			3		{8}
			4		{9}
			5		{10, 11}
			6		{12}
G3 is and gate			G8 is or gate		{13}
G5			12		{14}
G6			13		{15}
G7			14		{16}
1			15		{17}
2			G9		{18}
G4			7		{19}
G4 is or gate			8		
G5			9		
G6			10, 11		
G7			1		
1			2		
2			3		
3			4		
4			5		
5			6		
6					
G5 is or gate			G9 is or gate		
G8			12	1	
G9			13	2	
G6			14	3	
G7			15	4	
1			16	5	
2			17	6	
3			18	7	
4			19	8	
5				9	
6				10, 11	
G6 is or gate					
G8	9	3			
G9	G7	4			
7	1	5			
	2	6			

Tabel 5.6 Mocus FTA kecelakaan kerja di dermaga







Gambar 5.2 FTA kecelakaan kerja di dermaga

V.3.3 Analisa Kecelakaan Kerja di Container Yard (CY)

Berdasarkan hasil analisa data kecelakaan pada bab sebelumnya diketahui bahwa per tahun 2000 kecelakaan yang terjadi tercatat 33 kasus. Kasus yang terjadi dikelompokkan sbb. :

1. RTG menabrak atau membentur trailer/truk ataupun sebaliknya
2. Petikemas jatuh saat diangkat oleh RTG
3. Break hoist RTG mengalami loss saat mengambil petikemas
4. RTG mengalami pecah ban saat mengangkat petikemas
5. RTG melindas orang (tally)

Selanjutnya kasus tersebut akan di analisa dengan pendekatan HRA untuk mengetahui sejauh mana pengaruh prosedur kerja terhadap kecelakaan kerja.

V.3.3.1 Definisi Masalah

Permasalahan dari kasus tersebut diatas adalah sbb. :

1. Kesalahan perawatan unit RTG yang menyebabkan berkurangnya keamanan sistem terhadap keselamatan kerja.
2. Kesalahan operator RTG dalam bekerja mengoperasikan RTG

3. Kesalahan operator maupun tally yang tidak memahami prosedur kerja

V.3.3.2 Task Analysis

Prosedur kerja bongkar muat dengan RTG yang ada kemudian disusun dalam bentuk hierarki tugas seperti terlihat dalam lampiran. Selanjutnya dari hasil tersebut dibuat dalam bentuk Tabular Task Analysis sebagai berikut :

Tabel 5.7 Tabular task analysis prosedur kerja b/m di CY

Step No	Discription	Dispalys	Required Actions	Feedback	Comms	Notes
0	Bekerja dengan RTG (Rubber Tyrod Gentry)				Melakukan konfirmasi dengan supervisor dan petugas maintenece RTG	Pekerjaan handling barang akan sukses jika setiap prosedur dilaksanakan dengan baik dan dalam urutan yang benar
1	Pemeriksaan sebelum pengoperasian					Sangat penting dilakukan untuk mengetahui kondisi / kesiapan RTG untuk dioperasikan
1.1	Perencanaan lapangan kerja					Perencanaan dilakukan dengan teliti
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> • Syarat-syarat pekerjaan • Prioritas pekerjaan • Peraturan dan prosedur dilokasi kerja 		Lihat prosedur kerja kembali, lihat keadaan sekeliling CY	Persiapan rencana kerja selesai		
1.1.2	Melakukan strategi pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> • Tugas yang akan dilaksanakan • Peralatan pelindung diri • Pagar/palang pelindung • Penerangan • Bahan-bahan berbahaya 		Check keadaan sekeliling CY (area kerja)	Pengawasan bahaya selesai		
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan		Laporkan pada supervisor bongkar muat tentang kesiapan rencana kerja di dermaga			
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian		Check kesiapan APD			
1.2.1	Memeriksa di lantai dasar		Memastikan tidak ada oli yang berserakan di lantai dasar			
1.1.2.1	Memastikan bahwa peralatan mesin yang sedang diperiksa adalah peralatan mesin yang akan dioperasikan		Check visual	Check selesai		Untuk memastikan bahwa peralatan mesin yang dimaksud sedang

						digunakan
1.1.2.2	Memeriksa bahwa semua ban telah dipompa dengan benar dan dalam kondisi yang layak	Check visual	secara visual	Pemeriksaan selesai	Memeriksa apabila ban rusak atau kurang pompa	
1.1.2.3	Memeriksa semua pelindung roda berada di tempat yang benar dan dalam kondisi baik	Check visual		Check selesai	Memastikan alat anti tabrak berfungsi	
1.1.2.4	Memeriksa tombol pemberhentian darurat di lantai dasar	Check keberadaannya	di kabin operator	Pemeriksaan selesai	Memastikan bahwa semua tombol dalam posisi 'out'	
1.1.2.5	Memeriksa bahwa kabin ditinggalkan dalam posisi parkir yang benar	Check visual	secara visual	Pemeriksaan selesai	Untuk memberitahukan bahwa crane tidak sedang dioperasikan dan telah dimatikan dengan benar	
1.1.2.6	Memeriksa bocoran oli pada spreader sesuai dengan prosedur di lokasi kerja	Check visual		Pemeriksaan selesai	Memeriksa permukaan tanah dibawah spreader	
1.1.2.7	Menyalakan tombol lampu jalan , bila perlu	Tekan tombol lampu		Lampu on		Untuk memastikan bahwa penerangan di jalan masuk cukup memadai
1.1.2.8	Memeriksa kondisi tangga dan sangkar (roda gelindingan)	Check visual		Check selesai	Memastikan bahwa tangga tidak terkena oli dan roda gelindingan tidak rusak	
1.1.2.9	Memeriksa pemberhentian jalur di jalur jalan	Check visual		Check selesai	Pastikan dalam posisi out	
1.1.2.10	Memastikan bahwa palang/pagar pelindung sudah ditempatkan dengan benar	Check visual		Check selesai		Untuk keselamatan
1.2.2	Memeriksa didalam kabin operator dan menyalakan mesin					
1.2.2.1	Memeriksa keberadaan alat PMK	Check visual		Check selesai		Alat pemadam kebakaran diletakkan di ruang diesel dan ruang kabin listrik
1.2.2.2	Menyesuaikan tempat duduk pengemudi					Untuk kenyamanan operator
1.2.2.3	Menyalakan tombol start, menyalakan daya dalam kabin	Tekan tombol start		Mesin hidup		
1.2.2.4	Menyalakan pompa hidrolis pada spreader	Tekan tombol pompa spreader		Lampu indicator pompa spreader on, spreader siap dioperasikan		
1.2.2.5	Memeriksa radio dua jalur	Check visual keberadaannya dan test fungsinya		Aksi selesai	Memastikan radio dapat bekerja dengan baik	Fungsinya sangat penting selama keadaan darurat dan melaksanakan

						pekerjaan
1.2.2.6	Memeriksa lampu-lampu panel		Tekan tombol lampu tes	Lampu on		
1.2.2.7	Memastikan spreader pada ketinggian yang aman		Check visual	Aksi selesai		Apabila sedang melakukan lintasan menuju pekerjaan
1.2.2.8	Memastikan RTG telah diluruskan dengan blok		Check secara visual, gunakan joystick untuk meluruskan	Aksi selesai	Memeriksa apakah roda-roda telah diluruskan dengan garis blok	
1.2.2.9	Menaikkan dan menurunkan spreader untuk memeriksa kabel-kabelnya		Gunakan jostik, periksa kondisi kabel	Action completed	Memeriksa apakah ada kerusakan atau kegagalan pada kabel	
1.2.2.10	Memastikan bahwa bahaya telah dihindarkan sebelum melakukan lintasan panjang		Check secara visual	Aksi selesai	Memastikan area lintasan bebas dari personel atau peralatan lain	
1.2.2.11	Memeriksa lintasan panjang		sama	sama		
1.2.2.12	Memeriksa sistem peringatan yang dapat didengar		Tekan tombol horn/sirine	Sirine berbunyi		Harus berbunyi saat lintasan panjang sedang digunakan
1.3	Pemeriksaan keselamatan saat pengoperasian					
1.3.1	Meluruskan RTG dengan petikemas dengan menggunakan lintasan panjang		Gunakan joystick	Aksi selesai	Spreader lurus dengan petikemas	Menghindari kerusakan spreader / petikemas akibat benturan
1.3.2	Melakukan lintasan panjang di atas petikemas		Memastikan spreader pada ketinggian yang aman, gunakan joystick	Aksi selesai		
1.3.3	Menurunkan spreader tepat diatas petikemas dengan tuas kerekan		Gunakan jostik dan petunjuk yang ada pada spreader	Aksi selesai		
1.3.4	Memeriksa apakah lampu landpin menyala		Check visual	Lampiran on		Lampu putih menunjukkan bahwa semua landpin telah dilakukan
1.3.5	Mengunci petikemas		Tekan tombol /tuas pengunci	Spreader mengunci petikemas	Jika spreader fail mengunci, laporkan pada supervisor	Lampu hijau harus menyala
1.3.6	Menaikkan petikemas kira-kira 15 cm		Gunakan tuas kerekan/ joystick	Aksi selesai	Jangan sentak tombol kontrol, pastikan bahwa tali yang kendur dinisikkan perlahan-lahan	
1.3.7	Memeriksa apakah rem kerekan bekerja dengan efisien		Check secara visual, tekan tombol rem	Spceder berhenti mengangk	Dengan perlahan-lahan turunkan petikemas pada	Lampu landpin harus menyala

					posisinya	
1.3.8	Menurunkan kembali petikemas		Tekan joystick ke depan	Spreader turun		
1.3.9	Membuka pengunci petikemas		Tekan tombol pembuka kursi	Lampu merah menyala, kunci terbuka		
1.3.10	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses		Gunakan joystick	Spreader naik	Memastikan bahwa tali yang kendur ditarik ke atas perlahan-lahan sebelum melakukan pengangkatan penuh	
1.4	Mematikan Rubber Tyred Gentry					
1.4.1	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman		Gunakan joystick	Spreader pada ketinggian yang aman		Tepatnya di bawah batas teratas
1.4.2	Melakukan lintasan menyeberang kembali ke posisi parkir		Gunakan joystick	Berada di posisi arkir		Hal ini untuk memudahkan pengemudi masuk kabin
1.4.3	Mematikan daya ke kabin		Tekan tombol mematikan crane	Daya mati		Tombol berwarna merah dan berada di kabin
1.4.4	Memutar tempat duduk ke posisi jalan keluar					Apabila diperlukan
1.4.5	Menutup jendela dan pintu		Lakukan secara baik	Aksi selesai		Untuk memastikan kenyamanan pengemudi berikutnya, terutama apabila hujan turun
1.4.6	Meletakkan pagar / palang pengaman di posisi yang benar		Lakukan dengan baik	Aksi selesai		Apabila diperlukan
1.4.7	Mematikan RTG		Tekan tombol mematikan RTG	RTG mati		
1.4.8	Menekan tuas pendingin di dalam ruang diesel		Tekan tuas pendingin	Pendingin mati		
1.4.9	Melaporkan apabila ada kegagalan/kerusakan atau pemeliharaan yang diperlukan kepada petugas yang berwenang		Laporan pada supervisor	Aksi selesai		
2.	Prosedur mengemudi, menaikkan dan menurunkan muatan					
2.1	Lintasan panjang					Lintasan panjang adalah gerakan keseluruhan RTG ke arah kiri dan kanan sepanjang jalur atau penumpukan
2.1.1	Memastikan bahwa jalur lintasan lancar dan bebas		Check visual	Aksi selesai		
2.1.2	Memastikan bel peringatan berbunyi selama melakukan lintasan		Tekan tombol sirine	Sirine berbunyi		Untuk keselamatan alat dan pihak lain
2.1.3	Memastikan tidak ada personel di area lintasan		Check visual	Aksi selesai, area bebas		
2.1.4	Melakukan lintasan dalam garis petunjuk yang dicat		Gunakan joystick	RTG bergerak sepanjang		

				jalur		
2.1.5	Memastikan bahwa spreader berada pada ketinggian yang aman		Check visual	Aksi selesai		
2.1.6	Mengurangi ayunan spreader diakhir lintasan		Gunakan joystick	Action completed		
2.1.7	Menjaga pandangan agar tetap jelas dan bebas ke area kerja		Sesuaikan dengan posisi RTG	Aksi selesai		
2.2	Lintasan menyeberang					Lintasan menyeberang adalah gerakan trolei, termasuk kabin dan spreader, sepanjang lebar atau penempatan
2.2.1	Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan		Check secara visual dengan seksama	Pemeriksaan selesai		
2.2.2	Dilarang menggunakan saklar-saklar batas					Harus diperhatikan oleh setiap operator
2.2.3	Memastikan spreader dan peticoams berada di atas halangan di atas tanah		Check visual, gunakan joystick	Aksi selesai		
2.2.4	Menghentikan ayunan spreader dilokasi tujuan		Gunakan joystick	Spreader berhenti/ayunan berkurang		
2.2.5	Memastikan tuas lintasan menyeberang bekerja dengan baik		Dilakukan dengan mencoba	Aksi selesai, tuas berfungsi		
2.2.6	Memastikan tuas pengontrol dapat bekerja dengan baik		Gerakkan tuas kearah kanan / kiri, depan/ belakang	Aksi selesai, tuas berfungsi		
2.3	Lintasan 90 derajat					Lintasan ini digunakan untuk menggerakkan RTG di antara baris-baris tumpukan dengan menggunakan putaran roda RTG
2.3.1	Melakukan lintasan menyeberang ke tengah bingkai portal (portal frame)		Gunakan joystick	Aksi selesai		
2.3.2	Mengalihkan dari posisinormal ke lintasan 90 derajat		Tekan tombol	Lampu peringatan menyala, lampu peringatan on		
2.3.3	Memunggu lampu peringatan dan sirine berhenti		Wait	Sirine dan lampu off	Lampu dan sirine akan berhenti setelah satu menit	
2.3.4	Mengalihkan tracking dari otomatis ke manual		Tekan tombol otomatis	Aksi selesai		
2.3.5	Mengemudikan RTG		Gunakan tuas / joystick	RTG bergerak	Gunakan tuas dengan mendorong ke depan / kanan untuk berbalik	
2.4	Prosedur dan peraturan untuk mengangka dan menaikkan					
2.4.1	Prosedur mempersiapkan massa / berat muatan					
2.4.1.1	Menaksir massa (berat) muatan		Konfirmasikan	Aksi	Massa	

			dengan tally	selesai	maksimum muatan yang diijinkan untuk diangkat tidak lebih dari daya muat aman	
2.4.1.2	Menggunakan pembungkus atau alas muatan bila diperlukan		Konfirmasikan dengan supervisor	Aksi selesai		Untuk keaman muatan, menghubungkan / memisahkan dengan gigi pengangkat, mengurangi kerusakan gigi pengangkat
2.4.2	Prosedur mengangkat muatan					
2.4.2.1	Mengarahkan posisi spreader RTG langsung di atas muatan		Gunakan joystick	Aksi selesai		Hal ini akan mengurangi resiko kelebihan muatan / kerusakan pada crane, mencegah muatan berayun saat diangkat
2.4.2.2	Mulai mengangkat saat kekendoran tali habis		Gunakan joystick	Aksi selesai	Lakukan pengangkatan dengan halus dan lancar	
2.4.2.3	Memastikan muatannya seimbang		Check visual	Muatan seimbang	Jangan lanjutkan sampai muatan seimbang	
2.4.2.4	Mengangkat muatan sesuai dengan syarat ketinggian		Tambah kecepatan sedikit demi sedikit	Aksi selesai		
2.4.3	Prosedur untuk menurunkan muatan					
2.4.3.1	Menurunkan kecepatan saat mendekati target		Gunakan joystick	Aksi selesai		
2.4.3.2	Mengarahkan posisi spreader RTG langsung dengan tumpukan target		Gunakan joystick	Aksi selesai		
2.4.3.3	Menurunkan petikemas perlahan-lahan menuju posisi		Gunakan joystick	Aksi selesai		
2.5	Pengoperasian spreader					
2.5.1	Menaikkan dan menurunkan spreader		Gunakan joystick	Spreader dapat naik/turun	Dilakukan setelah diluruskan dengan petikemas atau tumpukan tumpukan / truk	
2.5.2	Mengunci dan membuka petikemas		Tekan tombol lock/unlock	Lampu putih menyala / lampu hijau menyala		
2.5.3	Menyesuaikan panjang spreader (20 / 40 ft)		Tekan tombol penyesuaian (20 / 40 ft)	Lengan spreader berfungsi		
2.5.4	Memutar spreader		Tekan tombol slewing	Spreader berputar (5 derajat)	Untuk berputar searah jarum jam tekan tombol searah jarum jam /	

				sebaliknya)	
3	Prosedur pengoperasian memindahkan muatan				
3.1	Prosedur memuat petikemas				
3.1.1	Melakukan lintasan panjang untuk menentukan posisi tumpukan	Konfirmasi dengan tally, gunakan joystick untuk bergerak	RTG bergerak, aksi selesai		
3.1.2	Meluruskan spreader dengan posisi tumpukan petikemas	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.1.3	Melakukan lintasan menyeberang	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.1.4	Memutar spreader apabila perlu	Tekan tombol slewing	Aksi selesai		
3.1.5	Menurunkan spreader tepat di atas petikemas	Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.1.6	Memeriksa apakah lampu landpin telah menyala	Check visual	Lampu on		
3.1.7	Mengunci petikemas	Tekan tombol twist lock	Petikemas terkunci		
3.1.8	Menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.1.9	Melakukan lintasan menyeberang untuk menuju posisi yang dituju	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.1.10	Mendaratkan petikemas diatas truk	Lakukan secara perlahan	Aksi selesai		
3.1.11	Membuka kunci petikemas	Tekan tombol pembuka kunci	Aksi selesai, kunci terbuka		
3.1.12	Memeriksa apakah lampu pembuka kunci menyala	Check visual	Lampu on		
3.1.13	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman	Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.2	Prosedur untuk membongkar petikemas				
3.2.1	Meluruskan spreader dengan tumpukan petikemas	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.2	Melakukan lintasan menyeberang terhadap petikemas diatas trailer	Gunakan tuas	Aksi selesai		
3.2.3	Melakukan lintasan menyeberang untuk untuk menghentikan ayunan spreader	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.4	Meluruskan spreader diatas petikemas diatas trailer	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.5	Menurunkan spreader tepat di atas petikemas	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.6	Memeriksa apakah lampu landpin menyala	Check visual	Lampu on		
3.2.7	Mengunci petikemas	Tekan tombol pengunci	Petikemas terkunci		
3.2.8	Menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.9	Melakukan lintasan menyeberang untuk menentukan posisi tumpukan	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.10	Melakukan lintasan menyeberang untuk menyesuaikan dan menegakluruskan petikemas	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.11	Menurunkan petikemas pada posisi tumpukan yang sesuai	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.2.12	Membuka petikemas	Tekan tombol pembuka		Kemudian check lampu	
3.2.13	Memeriksa apakah lampu pembuka menyala	Check visual	Lampu on		
3.2.14	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses	Gunakan joystick	Aksi selesai		
3.3	Prosedur untuk memuat dan membongkar petikemas refer	Sama dengan prosedur 3.1 dan 3.2			

V.3.3.3 Human Error Analysis (Analisa Kesalahan Manusia)

Setelah proses pembuatan tabular task analisis selesai selanjutnya akan diidentifikasi semua kesalahan manusia yang mungkin terjadi yang dapat menyebabkan potensi kecelakaan kerja. Hasil dari identifikasi ini diberikan dalam tabel di bawah ini. Pada tabel tersebut berisi tentang "error modes", kemungkinan penyebabnya dan juga konsekuensinya terhadap sistem maupun pekerja.

Tabel 5.8 HRA prosedur kerja b/m di Container Yard (CY)

Task Step No	Error Modes	Possibles Consequences	Remedial Actions		
			Design	Training	Procedure
0	Bekerja dengan RTG (Rubber Tyred Gentry)			Tarining operator	Check prosedur
1	Pemeriksaan sebelum pengoperasian			Sama	Sama
1.1	Perencanaan lapangan kerja			Sama	Lebih diperjelas
1.1.1	Mempersiapkan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Syarat-syarat pekerjaan Prioritas pekerjaan Peraturan dan prosedur alokasi kerja 	Aksi diabaikan	Rencana kerja tidak siap, mengganggu proses		
1.1.2	Melakukan strategi pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Tugas yang akan dilaksanakan Peralatan pelindung diri Pagar/palang pelindung Penerangan Bahan-bahan berbahaya 	Aksi diabaikan	Kemungkinan timbul resiko atau bahaya sewaktu bekerja		
1.1.3	Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan	Aksi diabaikan	Rencana kerja berantakan		
1.2	Pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian	Pemeriksaan tidak dilakukan	Keamanan berkurang, timbul bahaya	Training K3	Check prosedur
1.2.1	Memeriksa di lantai dasar	Tidak dilakukan			Check prosedur
1.1.2.1	Memastikan bahwa peralatan mesin yang sedang diperiksa adalah peralatan mesin yang akan dioperasikan	Tidak dilakukan			
1.1.2.2	Memeriksa bahwa semua ban telah dipompa dengan benar dan dalam kondisi yang layak	Tidak dilakukan	Proses terganggu jika kondisi ban tidak baik		
1.1.2.3	Memeriksa semua pelindung roda berada di tempat yang benar dan dalam kondisi baik	Tidak dilakukan	Jika terjadi kerusakan akan mengganggu dalam pergerakan RTG		
1.1.2.4	Memeriksa tombol pemberhentian darurat di lantai dasar	Diabaikan	Jika tombol tidak dalam posisi off, daya tidak akan tersalur ke crane		
1.1.2.5	Memeriksa bahwa kabin	Diabaikan	Operator berikutnya		

	ditinggalkan dalam posisi parkir yang benar		kesulitan masuk ke kabin		
1.1.2.6	Memeriksa bocoran oli pada spreader sesuai dengan prosedur di lokasi kerja	Diabaikan	Kerusakan spreader tidak diketahui secara cepat, proses terganggu		
1.1.2.7	Menyalakan tombol lampu jalan, bila perlu	Tidak dilakukan	Mengganggu pandangan		
1.1.2.8	Memeriksa kondisi tangga dan sangkar (roda gelindingan)	Tidak dilakukan	Resiko bahaya		
1.1.2.9	Memeriksa pemberhentian jalur di jalur jalan	Tidak dilakukan	Jika tidak dalam posisi off, daya tidak tersalur ke crane		
1.1.2.10	Memastikan bahwa palang/pagar pelindung sudah ditempatkan dengan benar	Diabaikan	Resiko bahaya		
1.2.2	Memeriksa di dalam kabin operator dan menyalakan mesin	Diabaikan	Mesin tidak dapat dihidupkan		
1.2.2.1	Memeriksa keberadaan alat PMK	Diabaikan	Resiko bahaya jika terjadi kebocoran		
1.2.2.2	Menyesuaikan tempat duduk pengemudi	Tidak dilakukan	Kenyamanan terganggu, tidak maksimal dalam bekerja		
1.2.2.3	Menyalakan tombol start, menyalakan daya dalam kabin	No error			
1.2.2.4	Menyalakan pompa hidrolis pada spreader	Diabaikan	Spreader tidak bisa dioperasikan		
1.2.2.5	Memeriksa radio dua jalur	Tidak dilakukan	Komunikasi terhambat		
1.2.2.6	Memeriksa lampu-lampu panel	Tidak dilakukan	Kerusakan lampu tidak diketahui		
1.2.2.7	Memastikan spreader pada ketinggian yang aman	No error			
1.2.2.8	Memastikan RTG telah diluruskan dengan blok	Diabaikan	Saat lintasan panjang keluar jalur		
1.2.2.9	Menaikkan dan menurunkan spreader untuk memeriksa kabel-kabelnya	Diabaikan	Kerusakan tidak terdeteksi		
1.2.2.10	Memastikan bahwa bahaya telah dihindarkan sebelum melakukan lintasan panjang	Diabaikan	Resiko bahaya		
1.2.2.11	Memeriksa lintasan panjang	Diabaikan	Resiko bahaya		
1.2.2.12	Memeriksa sistem peringatan yang dapat didengar	Diabaikan	Resiko bahaya, kerusakan sirine tidak diketahui		
1.3	Pemeriksaan keselamatan saat pengoperasian	Diabaikan		Training K3	Check prosedur kembali jika perlu direvisi
1.3.1	Meluruskan RTG dengan petikemas dengan menggunakan lintasan panjang	Tidak dilakukan	Proses terganggu		
1.3.2	Melakukan lintasan panjang di atas petikemas	Tidak hati-hati	Bersinggungan dengan petikemas, menyenggol chasis truk	Training K3	Check prosedur
1.3.3	Menurunkan spreader tepat diatas petikemas dengan tuas kerekan	Diabaikan, tidak tepat	Kesulitan mengunci		
1.3.4	Memeriksa apakah lampu landpin menyala	No error			
1.3.5	Mengunci petikemas	Lupa	Petikemas jatuh saat diangkat		
1.3.6	Menaikkan petikemas kira-kira 15 cm	No error			
1.3.7	Memeriksa apakah rem kerekan bekerja dengan efisien	Diabaikan	Rem tidak berfungsi		

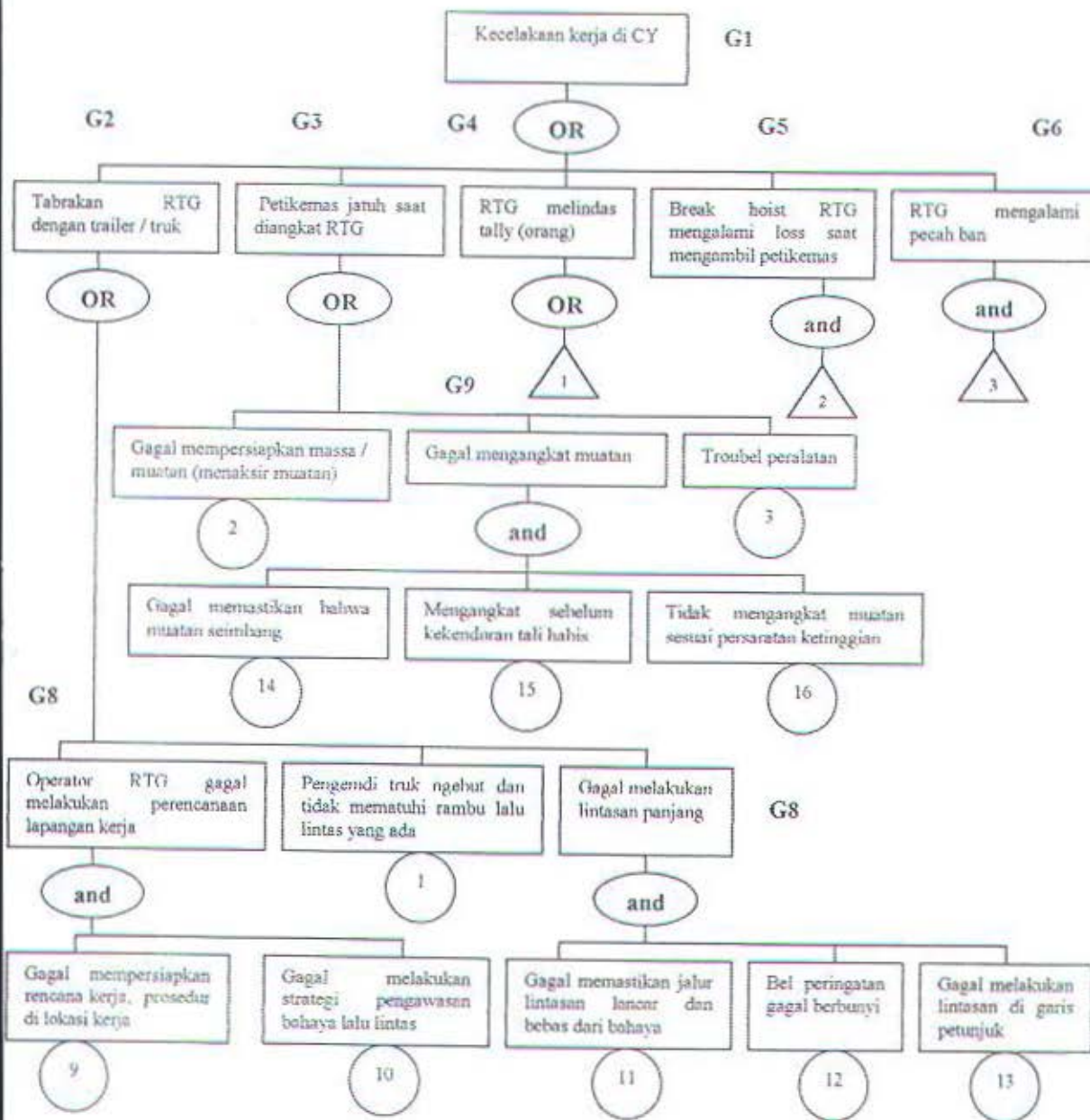
1.3.8	Menurunkan kembali petikemas	No error				
1.3.9	Membuka pengunci petikemas	Lupa	Petikemas jatuh saat diangkat			
1.3.10	Menaikan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses	Diabaikan	Kemungkinan menabrak petikemas yang ditumpuk			
1.4	Mematikan Rubber Tyred Gentry					Check prosedur
1.4.1	Menaikan spreader pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Kemungkinan menabrak petikemas yang ditumpuk			
1.4.2	Melakukan lintasan menyeberang kembali ke posisi parkir	No error				
1.4.3	Mematikan daya ke kabin	No error	Terjadi benturan			
1.4.4	Memutar tempat duduk ke posisi jalan keluar	No error				
1.4.5	Menutup jendela dan pintu	No error				
1.4.6	Meletakkan pagar / palang pengaman di posisi yang benar	No error				
1.4.7	Mematikan RTG	No error				
1.4.8	Menekan tuas pendingin di dalam ruang diesel	Lupa	Pendingin terus hidup, cepat rusak			
1.4.9	Melaporkan apabila ada kegagalan/kerusakan atau pemeliharaan yang diperlukan kepada petugas yang berwenang	Diabaikan	Kerusakan tidak terpantau			
2.	Prosedur mengemudi, menaikkan dan menurunkan muatan				Perlu training	Check prosedur, jika perlu perbaiki
2.1	Lintasan panjang					
2.1.1	Memastikan bahwa jalur lintasan lancar dan bebas	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.1.2	Memastikan bel peringatan berbunyi selama melakukan lintasan	No error				
2.1.3	Memastikan tidak ada personel di area lintasan	No error				
2.1.4	Melakukan lintasan dalam garis petunjuk yang dicat	Diabaikan	Bersingungan dengan tumpukan petikemas/truk			
2.1.5	Memastikan bahwa spreader berada pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Bersingungan dengan tumpukan petikemas			
2.1.6	Mengurangi ayunan spreader diakhir lintasan	Diabaikan	Menabrak petikemas			
2.1.7	Menjaga pandangan agar tetap jelas dan bebas ke area kerja	Diabaikan	Pandangan terganggu			
2.2	Lintasan menyeberang					
2.2.1	Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.2.2	Dilarang menggunakan saklar-saklar batas	Diabaikan / lupa	Kerusakan tidak terpantau oleh mandor			
2.2.3	Memastikan spreader dan petikemas berada di atas halangan di atas tanah	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.2.4	Menghentikan ayunan spreader dilokasi tujuan	No error				
2.2.5	Memastikan tuas lintasan menyeberang bekerja dengan baik	Diabaikan	Proses terganggu			
2.2.6	Memastikan tuas pengontrol dapat bekerja dengan baik	Diabaikan	Resiko kecelakaan /tertabrak			
2.3	Lintasan 90 derajat					

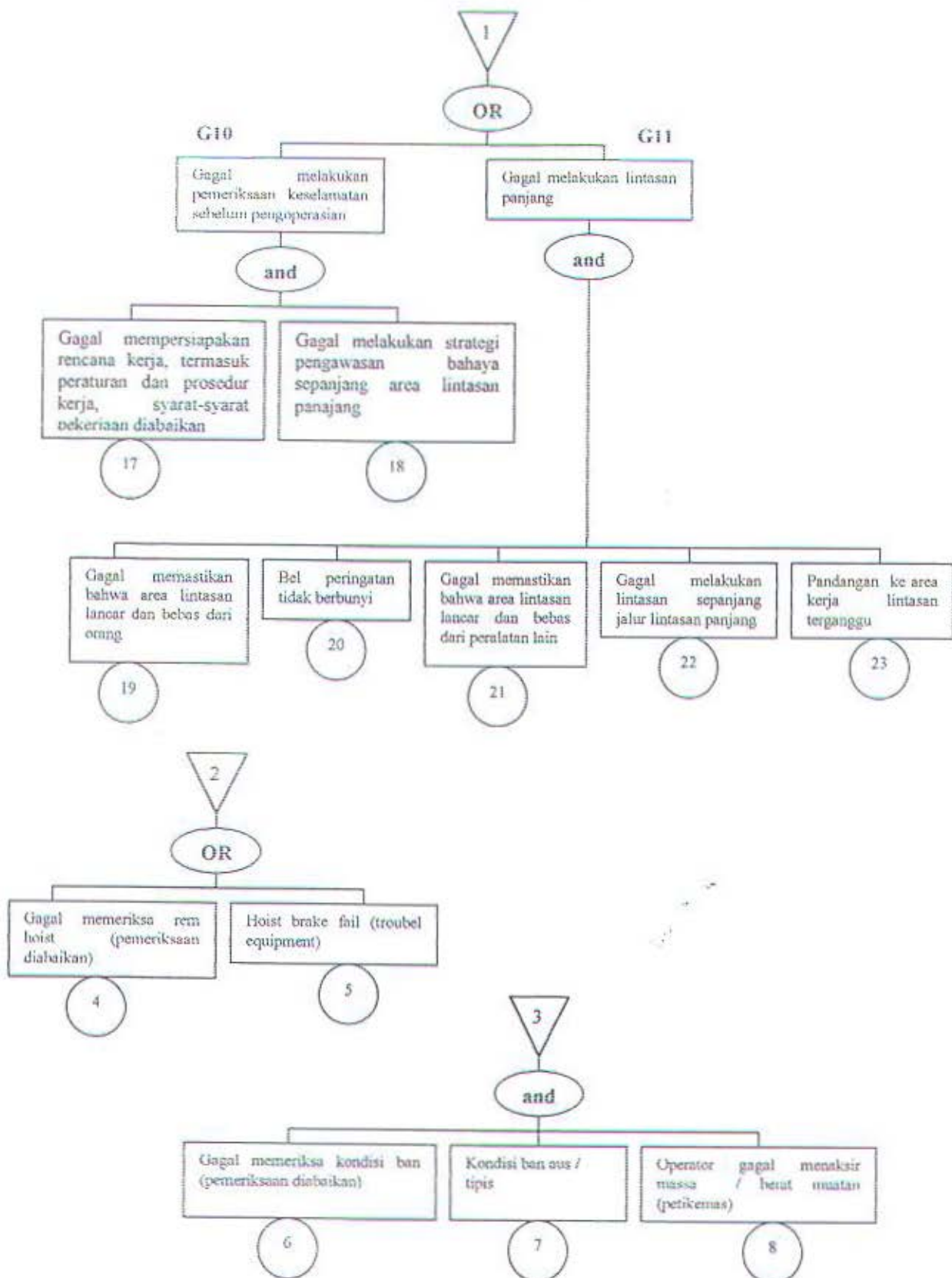
2.3.1	Melakukan lintasan menyebatang ke tengah bingkai portal (portal frame)	No error				
2.3.2	Mengalihkan dari posisi normal ke lintasan 90 derajat	No error				
2.3.3	Menunggu lampu peringatan dan sirine berhenti	No error				
2.3.4	Mengalihkan tracking dari otomatis ke manual	Salah memencet tombol	Tidak bisa ke posisi manual			
2.3.5	Mengemudi RTG	Menabrak	Kematian Aerasakan properti		Training perlu	Check prosedur (perjelas jika perlu revisi)
2.4	Prosedur dan peraturan untuk mengangkat dan menaikan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.4.1	Prosedur mempersiapkan massa / berat muatan	Diabaikan	Resiko bahaya (over load)			
2.4.1.1	Menaaksir massa (berat) muatan	Diabaikan	Resiko bahaya			
2.4.1.2	Menggunakan pembungkus atau alas muatan bila diperlukan	Diabaikan	Resiko kerusakan			
2.4.2	Prosedur mengangkat muatan	Diabaikan	Proses terganggu			
2.4.2.1	Mengarahkan posisi spreader RTG langsung di atas muatan	Spreader menabrak petikemas	Kerusakan petikemas			
2.4.2.2	Mulai mengangkat saat kekendoran tali habis	Terlalu cepat mengangkat	Tali / kabel putus			
2.4.2.3	Memastikan muatannya seimbang	Gagal memastikan	Petikemas oleng saat diangkat			
2.4.2.4	Mengangkat muatan sesuai dengan svarat ketinggian	Diabaikan	Gagal mengangkat			
2.4.3	Prosedur untuk menurunkan muatan	Diabaikan	Proses terganggu			
2.4.3.1	Mengurangi kecepatan saat mendekati target	Dibaikan	Menabrak petikemas			
2.4.3.2	Mengarahkan posisi spreader RTG langsung dengan tumpukan target	No error				
2.4.3.3	Menurunkan petikemas perlahan-lahan menuju posisi					
2.5	Pengoperasian spreader	No error				
2.5.1	Menaikkan dan menurunkan spreader	Terlambat	Petikemas tidak terkunci dengan baik			
2.5.2	Mengunci dan membuka petikemas	Gagal lock dan un lock	Petikemas jatuh saat diangkat			
2.5.3	Menyesuaikan panjang spreader (20 / 40 ft)	No error				
2.5.4	Memutar spreader	Diabaikan	Sulit menyesuaikan dengan posisi petikemas			
3	Prosedur pengoperasian memindahkan muatan	Diabaikan	Proses terganggu			
3.1	Prosedur memuat petikemas	Diabaikan	Resiko bahaya		Perlu	Check prosedur (perjelas)
3.1.1	Melakukan lintasan panjang untuk menentukan posisi tumpukan	No error				
3.1.2	Meluruskan spreader dengan posisi tumpukan petikemas	Diabaikan	Resiko bahaya, benturan dengan tumpukan petikemas			
3.1.3	Melakukan lintasan menyebatang	No error				
3.1.4	Memutar spreader apabila perlu	No error				
3.1.5	Menurunkan spreader tepat di atas petikemas	No error				
3.1.6	Memeriksa apakah lampu landpin telah menyala	No error				
3.1.7	Mengunci petikemas	Lupa	Petikemas jatuh saat diangkat			
3.1.8	Menaikkan petikemas pada	Diabaikan	Bersinggungan			

	ketinggian yang aman		dengan tumpukan petikemas			
3.1.9	Melakukan lintasan menyelerang untuk menuju posisi yang dituju	No error				
3.1.10	Mendaratkan petikemas diatas truk	Terlalu kencang	Kerusakan chassis truk			
3.1.11	Membuka kunci petikemas	No error				
3.1.12	Memeriksa apakah lampu pembuka kunci menyala	No error				
3.1.13	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Bersinggungan dengan tumpukan petikemas			
3.2	Prosedur untuk membongkar petikemas				Perlu	Check prosedur (perjelas)
3.2.1	Meluruskan spreader dengan tumpukan petikemas	Diabaikan	Proses terganggu			
3.2.2	Melakukan lintasan menyelerang terhadap petikemas diatas trailer	No error				
3.2.3	Melakukan lintasan menyelerang untuk untuk menghentikan ayunan spreader	No error				
3.2.4	Meluruskan spreader diatas petikemas diatas trailer	Diabaikan	Sulit mengunci petikemas			
3.2.5	Menurunkan spreader tepat di atas petikemas	Terlalu kencang	Spreader membentur petikemas			
3.2.6	Memeriksa apakah lampu lampu menyala	Tanda tidak jelas	Gagal mengangkat			
3.2.7	Mengunci petikemas	No error				
3.2.8	Menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman	Diabaikan	Bersinggungan dengan tumpukan petikemas			
3.2.9	Melakukan lintasan menyelerang untuk menentukan posisi tumpukan	No error				
3.2.10	Melakukan lintasan menyelerang untuk menyesuaikan dan menegakkan petikemas	No error				
3.2.11	Menurunkan petikemas pada posisi tumpukan yang sesuai	Terlalu kencang	Petikemas saling berbenturan			
3.2.12	Membuka petikemas	Diabaikan	Petikemas oleng			
3.2.13	Memeriksa apakah lampu pembuka menyala	No error				
3.2.14	Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses	Diabaikan	Bersinggungan dengan tumpukan petikemas			
3.3	Prosedur untuk memuat dan membongkar petikemas refer	Sama dengan prosedur 3.1 dan 3.2				

V.3.3.4 Representasi (Penggambaran Ulang)

Fault tree adalah salah satu cara untuk menggambarkan sejumlah error yang mempengaruhi tujuan sistem. Pada tahap ini akan dimodelkan kesalahan manusia yang berpotensi menyebabkan kecelakaan. Pemodelan FTA ini berdasarkan kasus yang terjadi di CY dan ditinjau dari aspek prosedur kerja.





Gambar 5.3 FTA kecelakaan kerja di Container Yard

Berdasarkan fault tree di atas maka didapatkan minimal cut set seperti tampak dalam tabel 5.9 sebagai berikut :

G1 is or gate G2 G3 G4 G5 G6	G5 is and gate G7 1 G8 2 G9 3 G10 G11 4, 5 G6	G8 is and gate 9,10 1 11, 12, 13 2 G9 3 G10 G11 4, 5 6, 7, 8	G11 is and gate 9, 10 1 11, 12, 13 2 14, 15, 16 3 17, 18 19, 20, 21, 22, 23 4, 5 6, 7, 8
G2 is or gate G7 1 G8 G3 G4 G5 G6			MINIMAL CUT SET
G3 is or gate G7 1 G8 2 G9 3 G4 G5 G6	G6 is and gate G7 1 G8 2 G9 3 G10 G11 4,5 6, 7, 8	G9 is and gate 9,10 1 11, 12, 13 2 14, 15, 16 3 17, 18 G10 G11 4,5 6, 7, 8	{1} {2} {3} {4, 5} {6, 7, 8} {9, 10} {11, 12, 13} {14, 15, 16} {17, 18} {19, 20, 21, 22, 23}
G4 is or gate G7 1 G8 2 G9 3 G10 G11 G5 G6	G7 is and gate 9,10 1 G8 2 G9 3 G10 G11 4, 5 6, 7, 8	G10 is and gate 9,10 1 11, 12, 13 2 14, 15, 16 3 17, 18 G11 4, 5 6, 7, 8	

Tabel 5.9 Mocus dari FTA kecelakaan kerja di CY

V.4 Kekritisitan Prosedur Kerja Bongkar Muat

Berdasarkan analisa prosedur kerja di CFS, CY, dan Dermaga maka didapatkan cut set dari kecelakaan kerja yang berhubungan dengan prosedur kerja yang berpotensi menyebabkan kecelakaan sebagai berikut :

Tempat / Lokasi Bongkar Muat	Jumlah Cut Set	Keterangan Cut Set
Container Yard	10	{1} = Pengemudi truk ngebut dan tidak mematuhi rambu lalu lintas yang ada {2} = Gagal mempersiapkan massa / muatan (menaksir muatan) {3} = Troubel peralatan {4,5} {4} = Gagal memeriksa rem hoist (pemeriksaan diabaikan) {5} = Hoist brake fail (traoubel equipment) {6,7,8} {6} = Gagal memeriksa kondisi ban (pemeriksaan diabaikan) {7} = Kondisi ban aus / tipis {8} = Operator gagal menaksir massa / berat muatan (petikemas) {9,10} {9} = Gagal mempersiapkan rencana kerja, prosedur di lokasi kerja {10} = Gagal melakukan startegi pengawasan bahaya lalu lintas {11,12,13} {11} = Gagal memastikan jalur lintasan lancar dan bebas {12} = Bel peringatan gagal berbunyi (pemeriksaan bel diabaikan) {13} = Gagal melakukan lintasan di garis petunjuk {14,15,16} {14} = Gagal memastikan bahwa muatan seimbang {15} = Mengangkat sebelum kekendoran tali habis {16} = Tidak mengangkat muatan sesuai prasarat ketinggian {17,18} {17} = Gagal mempersiapkan rencana kerja, termasuk peraturan dan prosedur kerja, dan syarat-syarat pekerjaan diabaikan {18} = Gagal melakukan strategi pengawasan bahaya sepanjang area lintasan panjang

		{19,20, 21, 22, 23}
		{19} = Gagal memastikan bahwa area lintasan lancar dan bebas dari orang {20} = Bel peringatan tidak berbunyi (gagal memeriksa bel / sirine) {21} = Gagal memeriksa bahwa area lintasan lancar dan bebas dari peralatan lain {22} = Gagal melakukan lintasan sepanjang jalur lintasan panjang {23} = Pandangan ke area kerja terganggu
Tempat / Lokasi	Jumlah Cut Set	Keterangan Cut Set
Dermaga	18	{1} = Kesalahan perawatan spreader {2} = Gagal memeriksa kemungkinan kerusakan pada spreader {3} = Pengangkatan tutup palka kurang hati-hati, terlalu cepat {4} = Operator terlalu lama mengangkat palka {5} = Spreader gagal mengunci palka (twist lock fail) {6} = Komunikasi dengan mandor fail {7} = Gagal memastikan kondisi rantai {8} = Gagal Memastikan bahwa rantai benar-benar terhubung dengan spreader {9} = Mandor gagal mengunci petikemas {10,11} {10} = Pengangkatan petikemas terlalu cepat dan kuat {11} = Tiang penunjang dan rantai tambahan fail {12} = Petikemas belum terkunci {13} = Gagal menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman {14} = Lintasan menyeberang gagal {15} = Terlalu cepat menurunkan petikemas {16} = Petikemas belum terkunci {17} = Gagal menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman (menaikkan petikemas tergesa-gesa) {18} = Lintasan menyeberang gagal {19} = Terlalu cepat menurunkan petikemas
Tempat /Lokasi	Jumlah Cut Set	Keterangan Cut Set
CFS	6	{1} = Prosedur tidak jelas / diabaikan {2} = Malas {3} = Kesalahan Visual {4} = Alat rusak (kabel mengelupas) {5,6,7,8,9,10} {5} = Prosedur tidak jelas / diabaikan {6} = Malas / operator datang terlambat {7} = Gagal memeriksa pusat beban {8} = Gagal memeriksa stabilitas beban {9} = Gagal memeriksa, mendekatkan beban {10} = Gagal memasukkan dan menurunkan barang {11, 12} {11} = Operator tidak melihat / memeriksa SWL {12} Indikator SWL fail

Berdasarkan cut set di atas maka dapat diketahui bahwa prosedur kerja yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada proses bongkar muat selalu terkait dengan human error ataupun error dari peralatan yaitu :

Prosedur Kerja dan Error Mode Pada Proses Bongkar Muat		
CFS (gudang tertutup)	CY (lapangan penumpukan)	Berth (dermaga)
1. Prosedur kerja pemeriksaan area kerja dan identifikasi bahaya <ul style="list-style-type: none"> • Prosedur diabaikan • Malas / datang terlambat • Kesalahan visual 2. Prosedur handling barang dengan forklift <ul style="list-style-type: none"> • Pemeriksaan SWL diabaikan • Indikator SWL fail Untuk no 2, terdapat sub prosedur yang kritis yaitu : <ul style="list-style-type: none"> • Pemeriksaan pusat beban • Pemeriksaan stabilitas beban • Mendekatkan beban • Memasukkan dan menurunkan beban 	1. Prosedur perencanaan lapangan kerja <ul style="list-style-type: none"> • Prosedur mempersiapkan rencana kerja diabaikan • Strategi pengawasan bahaya tidak dilakukan 2. Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian <ul style="list-style-type: none"> • Persiapan rencana keraj tidak dilakukan • Strategi pengawasan bahaya tidak dilakukan / diabaikan • Pemeriksaan kondisi peralatan tidak dilakukan, seperti kondisi ban dan rem 3. Prosedur mempersiapkan massa/ muatan (menaksir massa)	1. Prosedur membongkar dan memuat petikemas <ul style="list-style-type: none"> • Tidak menaikkan petikemas pada ketinggian yang aman • Terlalu cepat menurunkan/menaikkan petikemas 2. Prosedur memindahkan tutup palka <ul style="list-style-type: none"> • Pengangkatan tidak hati-hati • Terlalu lama mengangkat • Informasi tidak jelas 3. Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian <ul style="list-style-type: none"> • Pemeriksaan spreader tidak dilakukan • Pemeriksaan kondisi rantai hoist diabaikan
	4. Prosedur melakukan lintasan panjang <ul style="list-style-type: none"> • Memastikan jalur lintasan bebas dan lancar diabaikan • Tidak melakukan lintasan di garis petunjuk • Bel peringatan tidak dibunyikan 5. Prosedur mengangkat muatan <ul style="list-style-type: none"> • Terlalu cepat mengangkat • Tidak sesuai prasaraf ketinggian • Memastikan muatan tidak dilakukan 	

Dengan fenomena kekritisian prosedur kerja di atas maka untuk mencegah kemungkinan kecelakaan serupa terjadi lagi maka error dari prosedur kerja harus diminimalkan. Adapun saran dan pertimbangan yang dapat diberikan untuk permasalahan tersebut adalah sebagai berikut :

- Human error merupakan permasalahan yang rumit dan tidak bisa dihilangkan oleh karena itu adanya pengabaian prosedur maupun tugas, tidak dilakukannya suatu tahapan pekerjaan dan juga sifat operator yang selalu datang terlambat adalah fakta yang harus dipertimbangkan oleh pihak manajemen PT. TPS. Adapun yang sebaiknya dilakukan oleh pihak manajemen adalah dengan mengadakan training tentang keselamatan dan kesehatan kerja secara berkala, diantaranya adalah setiap bulan sekali. Hal ini dimaksudkan untuk mengingatkan kepada karyawan / operator akan pentingnya keselamatan, baik manusia maupun alat dan lingkungan tempat kerja. Adanya error peralatan dapat diminimalkan dengan mempercepat / memperpendek waktu perawatan suatu komponen. Penjelasan lebih lanjut ada pada bab empat.
- Prosedur kerja akan dapat dilakukan dengan baik apabila prosedur kerja tersebut mudah dipahami dan jelas. Berdasarkan fakta bahwa adanya prosedur yang sulit diterjemahkan oleh operator seharusnya diadakan peinjauan atas prosedur yang sudah ada dan jika perlu dilakukan revisi atau perubahan atas substansi prosedur. Sebagai pertimbangan disini adalah prosedur kerja untuk mengangkat petikemas, pemindahan tutup palka dan juga yang paling penting adalah prosedur pemeriksaan keselamatan.

Tahapan prosedur kerja mengangkat dan menurunkan petikemas ataupun pemindahan tutup palka pada dasarnya cukup mudah dipahami oleh operator namun yang perlu ditekankan disini adalah prosedur komunikasi antara Tally dan operator yang sering mengalami salah pemahaman. Oleh karena itu sebaiknya komunikasi antara Tally dan operator yang semula memakai isyarat dengan tangan lebih dilengkapi dengan alat komunikasi radio, HT, atau pengeras suara dari kabin operator. Prosedur pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian maupun pada saat pengopeasian hendaknya lebih diperjelas mengenai dampak atau kemungkinan yang akan timbul jika tahapan tersebut tidak dilakukan. Sebagai contoh adalah kasus terlidasnya tally oleh RTG ataupun jatuhnya petikemas ketika diangkat. Solusi yang ditawarkan adalah dengan merevisi prosedur tersebut dengan langkah lebih memperjelas item-item pemeriksaan kondisi hoist, gantry dan trolley.

- Alat pelindung diri merupakan hal yang harus dipunyai oleh setiap karyawan oleh karena itu kebutuhan akan APD untuk operator ataupun TKBM harus lebih dilengkapi karena sebagian besar kecelakaan terjadi karena APD tidak lengkap atau tidak dipakai. Tindakan tegas oleh manajemen kepada karyawan yang mengabaikan APD akan lebih dapat mengurangi resiko terjadinya kecelakaan.
- Waktu kerja operator selama 8 jam dinilai tidak efektif karena selama periode kerja tersebut operator akan mengalami kelelahan atau capek. Hal ini didasarkan karena dalam melakukan pekerjaan operator terkadang bekerja selama lebih dari 5 jam tanpa pergantian. Fenomena ini

memungkinkan terjadinya human error yang lebih banyak lagi. Oleh karena itu sebaiknya setiap bekerja selama 4 jam diadakan pergantian operator alat berat terutama untuk RTG dan CC. Dengan kata lain adalah bahwa dalam setiap satu shift selama 8 jam dikerjakan oleh dua orang operator. Walaupun kebijakan yang telah ditetapkan oleh pihak manajemen PT. TPS adalah tiga shift dengan pergantian setiap shiftnya adalah 8 jam dengan 1 jam istirahat.

- Kebijakan yang sudah mulai diterapkan oleh pihak manajemen pada saat ini harus terus dipertahankan antara lain, yaitu
 - Setiap orang dilarang masuk di wilayah terbatas PT.TPS terutama untuk area tempat handling barang atau petikemas di CY, CFS dan dermaga
 - Disediakkannya sarana transportasi untuk menuju lokasi tempat pelaksanaan kegiatan handling petikemas
 - Kewajiban bagi setiap karyawan atau tamu untuk memakai rompi , helem dan sepatu besi ketika memasuki area kerja bongkar muat
 - Pemberlakuan sangsi tegas kepada pengemudi trailer jika mengemudi melebihi 30 km/jam di area bongkar muat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa terhadap kasus kecelakaan yang terjadi di area bongkar muat di lingkungan PT. Terminal Petikemas Surabaya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Kecelakaan kerja yang terjadi disebabkan oleh human error 50 %, trouble equipment 37,5 % dan faktor lain seperti lalu lintas 12,5 %. Akibatnya TPS menderita kerugian rata-rata sekitar 20 juta rupiah per bulan. Adapun kerugian tersebut digunakan untuk membayar claim kepada pihak pengguna jasa bongkar muat seperti kerusakan container dan biaya perawatan korban kecelakaan
2. Tingkat kekerapan dan keparahan kecelakaan adalah 11,53 dan 24907. Angka FR = 11,53 mempunyai arti bahwa untuk 650 karyawan yang bekerja selama 1.000.000 jam terjadi 11,53 kali kecelakaan. Angka SR = 24907 mempunyai pengertian bahwa di TPS dalam kurun waktu 1.000.000 jam waktu produktif selama 24097 hari hilang.
3. Komponen forklift yang berpotensi menyebabkan kecelakaan di CFS adalah pompa hidrolis, radiator, hose hidrolis, ban, gear transmisi dan converter, coupling, bearing, brake, accu dan battery. Adapun komponen yang memiliki nilai keandalan rendah dari komponen kritis yang lain adalah hose hidrolis ($R = 17,78 \%$, $MTTF = 3707,5$ jam, dan $failure\ rate = 1,81E-4$), ban ($R = 19,45 \%$, $MTTF = 364$ jam dan $failure\ rate = 2,45E-3$) dan radiator ($R = 24,53 \%$, $MTTF = 9568$ dan $failure\ rate = 7,42E-5$)

4. Komponen RTG yang berpotensi menyebabkan kecelakaan di CY meliputi actuator, battery, gantry bearing, gantry wheel, hoist coupling, wire rope, alternator, pompa spreader, rubber hose, trolley bearing, trolley coupling dan trolley generator. Adapun komponen yang kritis dari komponen kritis lain adalah gantry wheel dimana $R = 10,99 \%$, $MTTF = 2859$ jam dengan $failure\ rate = 4,62E-4$, actuator dengan $R = 15,67 \%$, $failure\ rate = 7,56E-5$ $MTTF = 8313.5$ dan komponen gantry bearing dengan $R = 25,17 \%$, $MTTF = 1772$ jam dan $failure\ rate = 1,30E-3$.
5. Komponen CC yang berpotensi menyebabkan kecelakaan di dermaga meliputi battery, motor boom, DC generator hoist, gantry limit switch, motor hoist, proximity switch, telescopic, trolley motor dan wire rope. Komponen yang memiliki kekritisan lebih rendah dari komponen kritis yang lain adalah gantry limit switch ($R = 14,74 \%$, $MTTF = 8874$ dan $failure\ rate = 6,57E-5$ dan DC generator hoist dengan $R = 23,32 \%$, $MTTF = 686$ dengan $failure\ rate = 1,07E-3$ serta wire rope dengan $R = 26,57 \%$, $MTTF = 3301$ dan $failure\ rate = 5E-4$.
6. Prosedur kerja yang kritis meliputi pemeriksaan area kerja dan identifikasi bahaya, handling barang dengan FL, prosedur perencanaan lapangan kerja(CY), pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian RTG, prosedur melakukan lintasan panjang di CY, prosedur mengangkat muatan (petikemas), pemeriksaan keselamatan sebelum pengoperasian CC, prosedur bongkar muat petikemas dari atau ke kapal dan prosedur memindahkan tutup palka.
7. Error yang sering dilakukan pada proses bongkar muat antara lain yaitu tidak dilakukannya suatu tahapan prosedur kerja, pengabaian prosedur, tindakan terlalu cepat dalam menaikturunkan petikemas, ketidakjelasan informasi (komunikasi

antara operator dengan tally atau mandor bongkar muat) dan sifat operator yang sering datang terlambat (malas).

VI.2 SARAN

Adapun saran atau pertimbangan yang dapat diberikan dalam usaha untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan adalah sebagai berikut :

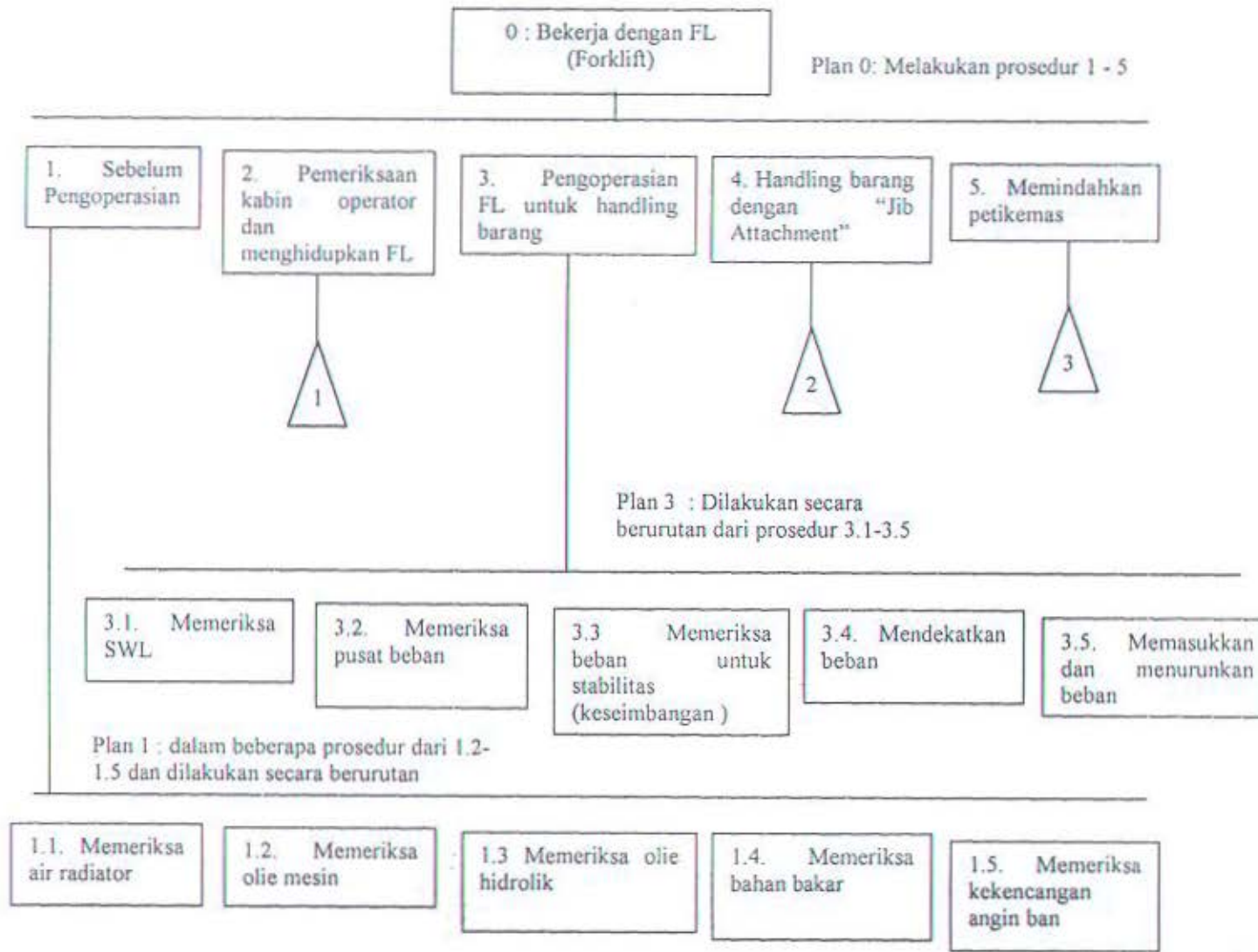
1. Kecelakaan terjadi karena ada penyebabnya. Pada pembahasan tugas akhir ini yang di analisa adalah faktor peralatan dan prosedur kerja oleh karena itu kedua potensi tersebut harus selalu dikontrol oleh pihak manajemen PT. TPS. Hal yang dapat dilakukan dalam upaya proses pengendaliannya adalah sebagai berikut :
 - Melakukan evaluasi kondisi peralatan per bulan dan juga laporan per tahun (monthly report dan annual report). Hal ini dapat berupa performance alat, kebutuhan spare part, accident record dan kejadian penting lain yang diakibatkan oleh penggunaan peralatan bongkar muat.
 - Melakukan sosialisasi kebijaksanaan prosedur perawatan dan memperbaiki prosedur kerja yang kritis dengan cara memperjelas substansi prosedur untuk kemudian disosialisasikan.
2. Untuk meningkatkan keselamatan alat (sistem bongkar muat) maka dapat dilakukan dengan cara memperkecil nilai MTTF komponen sehingga tingkat keandalan komponen akan naik. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperpendek waktu perawatan. Pertimbangan biaya perlu diperhatikan juga dalam usaha memperpendek waktu perawatan komponen.
3. Untuk lebih meningkatkan upaya peningkatan keselamatan, diperlukan training tentang K3 secara berkala dalam satu kurun periode, misalnya satu bulan sekali. Hal

ini dikarenakan penyelenggaraan training keselamatan biasanya dilakukan tiga bulan sekali atau terkadang pada saat penerimaan karyawan baru. Penyediaan kelengkapan alat pelindung diri dan rambu lalu lintas yang jelas serta mudah dipahami oleh pengemudi truk dari luar atau dari TPS sendiri akan lebih mengurangi resiko terjadinya kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

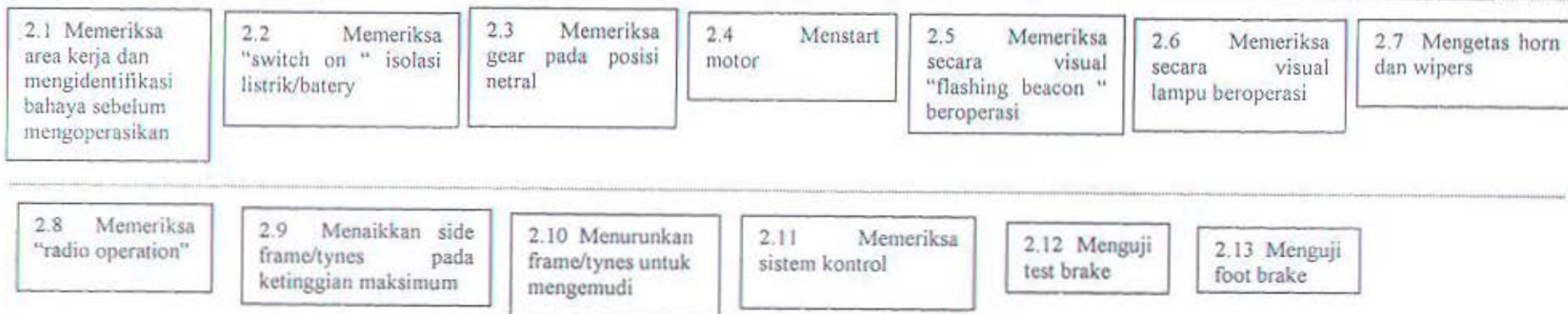
1. PT. Terminal Petikemas Surabaya [1999], Buku Panduan Keselamatan Kerja, Surabaya.
2. Ian Campbell [2000], Occupational Health & Safety Course for PT. Terminal Petikemas Surabaya, National Safety Council of Australia LTD (NSCA).
3. Accredited Standart Committee [1997], Methods of Recording and Compiling Injury and Illness Statistics, American National Standart for Occupational Safety and Health Incident Survellience, Z16.5, National Safety Council 1121 Spring Lake Drive Itasca, 11. 60143
4. American Institute Of Chemical Enginers [1992], Guidelines For Hazard Evaluation Procedures, Center For Chemical Process Safety, New York.
5. Kirwan B. [1984], Guide to Practical Human Reliability Assesment, Taylor & Francis, London.
6. Kirwan B. & Ainsworth L.K. [1992], A Guide to Task Analysis, Taylor & Francis, London.
7. Roger D. Leitch [1995], Reliability Analysis for Engineers An Introduction, Oxford New York Melbourne, Oxford University Press.
8. Keccioglu, Dimitri [1991], Reliability Engineering Hand Book Vol. 1, American Prentice Hall Inc.
- 9.. Roy Billiton and Ronald Alland [1992], Reliability Evaluation of Engineering System Concepts and Techniques, New York.
10. E.Ebelling, Charless [1997], An Introduction to Relibility and Maintainability, Mc Graw-Hill International Editions.
11. G.W. Shephherd, R.J Kahler, J Cross [2000], Crane – A Taxonomies Analysis, Safety Science, Elsevier Science Ltd.
12. Aldwinle, D.S. and Pomeroy, R.V. [1994], Reliability and Safety Analysis For Ships and Others Instalations.
13. PT. TPS 45T Container Crane K30106, Operation and Maintenance Instructttons, Kone VLC Corporation.
14. PT.TPS Rubber Tyred Gantry Crane, Operation and Maintenance Instruction, Kone VLC Corporation

Task analysis untuk prosedur kerja b/m dengan Forklift

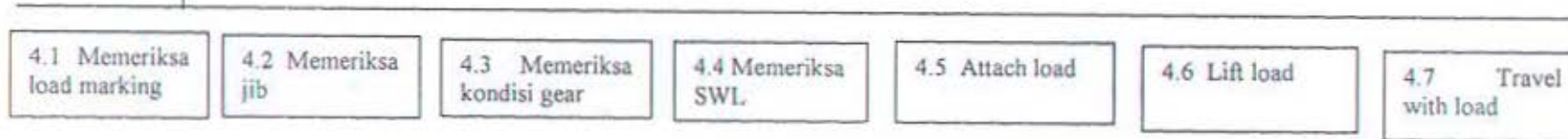




Plan 2 : Terdiri dari beberapa prosedur, dari 2.1-2.13



Plan 4 : Meliputi beberapa prosedur, dari 4.1-4.7



3

Plan 5 : Terdiri dari beberapa prosedur, dari 5.1-5.7

5.1 Meluruskan
forklift dengan
petikemas

5.2 Mengunci
petikemas

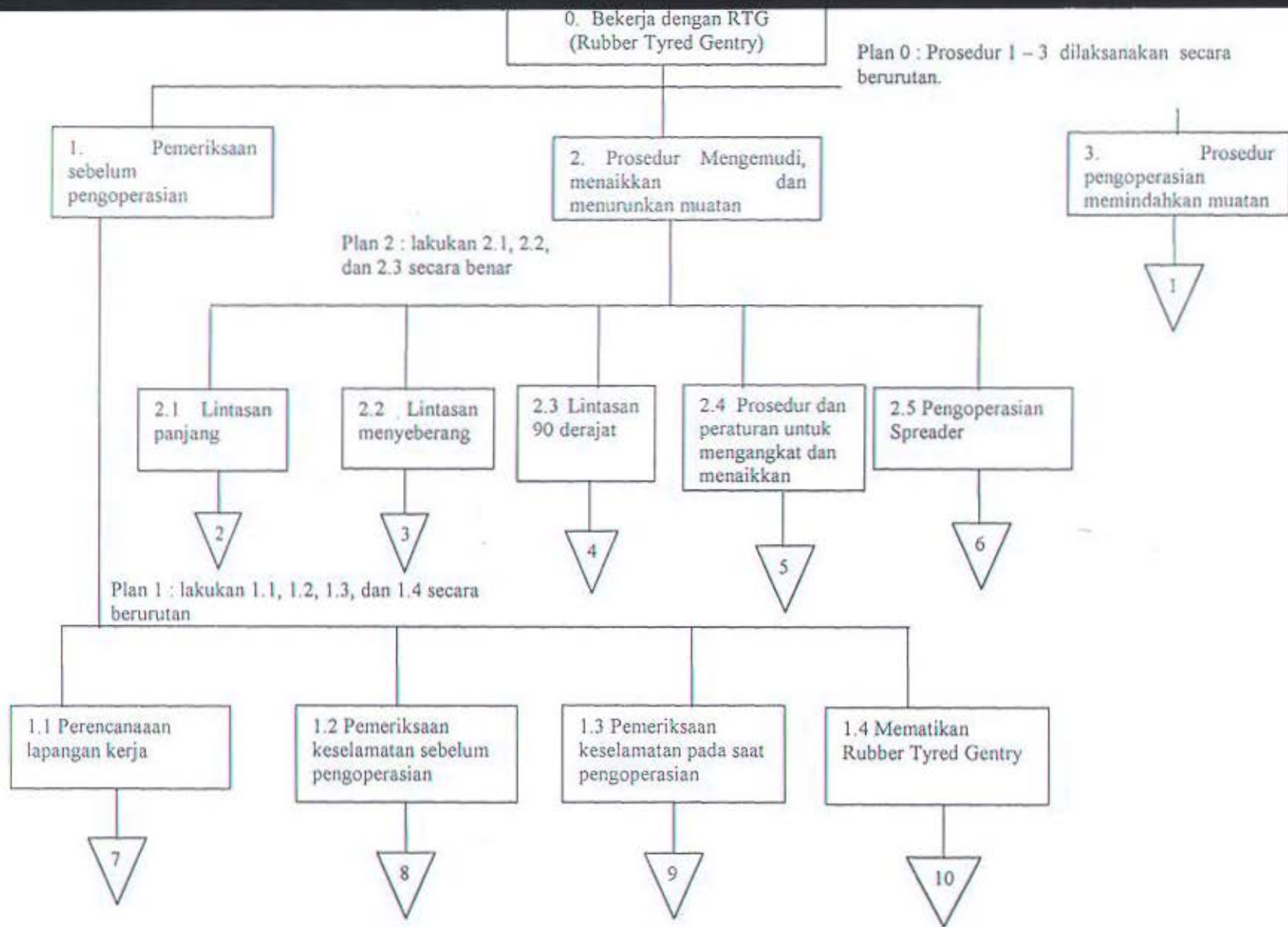
5.3 Mengangkat
petikemas

5.4 Mengemudi
dengan petikemas

5.5 Memindahkan
beban

5.6 Meletakkan
petikemas

5.7 Melepaskan
kunci petikemas



Plan 3.2: terdiri dari beberapa prosedur dari 3.2.1 – 3.2.14 dan dilakukan secara berurutan

3.2.1 Meluruskan spreader dengan petikemas

3.2.2 Melakukan lintasan menyeberang terhadap petikemas di atas trailer

3.2.3 Melakukan lintasan menyeberang untuk menghentikan ayunan spreader

3.2.4 Meluruskan petikemas di atas petikemas di atas trailer

3.2.5 Menurunkan spreader tepat di atas petikemas

3.2.6 Memeriksa apakah lampu landpin telah menyala

3.2.7 Menekan tombol pengunci untuk mengunci spreader terhadap petikemas

3.2.8 Menaikan petikemas pada ketinggian yang aman

3.2.9 Melakukan lintasan menyeberang untuk menentukan posisi tumpukan

3.2.10 Melakukan lintasan menyeberang untuk menyesuaikan dan menegak luruskan petikemas

3.2.11 Menurunkan petikemas pada posisi tumpukan yang sesuai

3.2.12 Menekan tombol pembuka kunci untuk melepaskan petikemas

3.2.13 Memeriksa lampu pembuka kunci apakah sudah menyala

3.2.14 Menaikan spreader pada ketinggian yang aman untuk mengulangi proses

3.3 Prosedur untuk memuat dan membongkar petikemas referer sama dengan prosedur 3.1 dan 3.2

2

Plan 2.1 : Terdiri dari beberapa prosedur, dari 2.1.1 – 2.1.7

2.1.1 Memastikan bahwa jalur lintasan lancar dan bebas

2.1.2 Memastikan bel peringatan berbunyi selama melakukan lintasan

2.1.3 Memastikan tidak ada personel berada di area lintasan

2.1.4 Melakukan lintasan di dalam garis petunjuk yang telah dicat

2.1.5 Memastikan bahwa spreader berada pada ketinggian yang aman selama melakukan lintasan

2.1.6 Mengurangi ayunan spreader dilokasi akhir lintasan

2.1.7 Menjaga pandangan agar tetap jelas dan bebas ke area kerja setiap saat

3

Plan 2.2 : Meliputi beberapa prosedur, dari 2.2.1-2.2.5

2.2.1 Memastikan tidak ada seseorangpun di area lintasan

2.2.2 Dilarang Menggunakan saklar-saklar batas untuk berhenti

2.2.3 Memastikan spreader dan petikemas berada di atas halangan di atas tanah

2.2.4 Menghentikan ayunan spreader dilokasi akhir lintasan

2.2.5 Memastikan tuas lintasan dapat bekerja dengan baik

Plan 2.3 : terdiri dari beberapa prosedur dan dilakukan secara berurutan

2.3.1 Melakukan lintasan menyeberang ke tengah bingkai portal (portal frame)

2.3.2 Mengalihkan dari posisi normal ke lintasan 90 derajat

2.3.3 Menunggu lampu peringatan dan sirine berhenti

2.3.4 Mengalihkan tracking dari otomatis ke manual
➤ Menekan tombol otomatis yang terletak di atas tuas kemudi manual, dan menggunakan tuas lintasan panjang untuk mengemudi

2.3.5 Mengemudikan RTG
➤ Mendorong tuas lintasan panjang ke depan / ke kanan untuk berbalik

5

Plan 2.4 : Melakukan 2.4., 2.4.2 dan 2.4.3 secara berurutan

2.4.1 Prosedur mempersiapkan massa/berat muatan

2.4.2 Prosedur untuk mengangkat muatan

2.4.3 Prosedur untuk menurunkan muatan

Plan 2.4.3 : Dilakukan secara berurutan mulai dari 2.4.3.1 sampai 2.4.3.3

2.4.3.1 Mengurangi kecepatan pada saat mendekati target

2.4.3.2 Mengarahkan posisi spreader RTG langsung dengan tumpukan target

2.4.3.3 Menurunkan muatan perlahan-lahan menuju posisi

Plan 2.4.2 : Dalam beberapa prosedur dari 2.4.2.1 – 2.4.2.4

2.4.2.1 Mengarahkan posisi spreader RTG langsung di atas muatan

2.4.2.2 Mulai Mengangkat sampai tali kekendoran habis

2.4.2.3 Memastikan muatannya seimbang

2.4.2.4 Mengangkat muatan sesuai dengan persaratan ketinggian

Plan 2.4.1 : Meliputi dua prosedur (2.4.1.1 & 2.4.1.2)

2.4.1.1 Menaksir massa /berat muatan

2.4.1.2 Menggunakan pembungkus /alas muatan apabila diperlukan

6

Plan 2.5 : Meliputi beberapa prosedur, dari 2.2.1-2.2.5

2.5.1 Menurunkan dan menaikkan spreader

2.5.2 Mengunci dan membuka petikemas

2.5.3 Menyesuaikan panjangnya spreader
➤ Memilih saklar 20/40 ft yang diinginkan

2.5.4 Memutar (slewing) spreader
➤ Digunakan sebelum spreader mendarat di atas petikemas

7

Plan 1.1 : Dalam beberap prosedur dan dilakukan secara berurutan

1.1.1 Mempersiapkan rencana kerja, meliputi :
➤ Syarat-syarat pekerjaan
➤ Prioritas pekerjaan
➤ Peraturan dan prosedur dilokasi kerja

1.1.2 Melakukan strategi pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, meliputi
➤ Tugas yang dilaksanakan
➤ Perlengkapan pelindung diri
➤ Palang / pagar pelindung
➤ Pengawasan lalu lintas
➤ Penerangan
➤ Bahan-bahan berbahaya

1.1.3 Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan

Plan 1.2 : terdiri dari dua prosedur (1.2.1 dan 1.2.2)

1.2.1 Memeriksa di lantai dasar

1.2.2 Memeriksa di dalam kabin operator dan menyalakan mesin

1.2.2.1 Memeriksa keberadaan alat PMK

1.2.2.2 Menyesuaikan posisi tempat duduk pengemudi

1.2.2.3 Menekan tombol start, menyalakan daya dalam kabin

1.2.2.4 Menyalakan pompa spreader dengan menekan tombol pompa spreader

1.2.2.5 Memeriksa radio dua jalur

1.2.2.6 Memeriksa lampu-lampu panel

1.2.2.7 Memastikan spreader pada ketinggian yang aman

1.2.2.8 Memastikan RTG telah difuruskkan dengan blok

1.2.2.9 Menaikkan dan menurunkan speader untuk memeriksa kabel-kabelnya

1.2.2.10 Memastikan bahwa bahaya telah dihindarkan sebelum melakukan lintasan panjang

1.2.2.11 Memeriksa lintasan panjang

1.2.2.12 Memeriksa sistem peringatan yang dapat didengar

1.1.2.1 Memastikan bahwa peralatan mesin yang sedang diperiksa adalah peralatan mesin yang akan dioperasikan

1.1.2.2 Memeriksa bahwa semua ban telah dipompa dengan benar dan dalam kondisi yang layak

1.1.2.3 Memeriksa semua pelindung rodaberada ditempatkan yang benar dan dalam kondisi yang baik

1.1.2.4 Memeriksa tombol pemberhentian darurat dilantai dasar, memastikan bahwa semua tombol dalam posisi "out"

1.1.2.5 Memeriksa bahwa kabin ditinggalkan dalam kondisi parkir yang benar

1.1.2.6 Memeriksa kebocoran oli pada spreader (memeriksa permukaan tanah dibawah spreader

1.1.2.7 Menyalakan tombol lampu jalan masuk bila perlu

1.1.2.8 Memeriksa kondisi tangga dan sangkar (roda gelindingan)

1.1.2.9 Memeriksa pemberhentian darurat di jalur jalan (berada pada posisi "out")

1.2.2.10 Memastikan bahwa palang/pagar pelindung sudah ditempatkan dengan benar



Plan 1.3 : terdiri dari beberapa prosedur, dan dilakukan secara berurutan

- | | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|
| 1.3.1 Meluruskan RTG dengan petikemas menggunakan lintasan panjang | 1.3.2 Melakukan lintasan menyeberang diatas petikemas, spreader berada pada ketinggian yang aman | 1.3.3 Menurunkan spreader tepat di atas petikemas dengan tuas kerekan | 1.3.4 Memeriksa apakah lampu landpin tealah menyala, warna putih | 1.3.5 Menekan tombol pengunci untuk mengunci sperader terhadap petikemas | 1.3.6 Menaikka petikemas kira-kira 15 cm dengan menarik tuas kerekan |
| 1.3.7 Memeriksa apakah rem kerekan bekerja denagn maksimum | 1.3.8 Menurunkan kembali petikemas ke posisi dengan mendorong tuas kerekan ke depan | 1.3.9 Menekan tombol pembuka kunci untuk membebaskan petikemas | 1.3.10 Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman dengan tuas kerekan untuk mengulangi proses | | |



Plan 1.4 : terdiri dari beberapa prosedur, dan dilakukan secara berurutan

1.4.1 Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman

1.4.2 Melakukan lintasan menyeberang kembali ke posisi parkir

1.4.3 Menekan tombol pemberhentian crane, mematikan daya ke kabin

1.4.4 Memutar tempat duduk ke posisi jalan keluar

1.4.5 Menutup jendela dan pintu

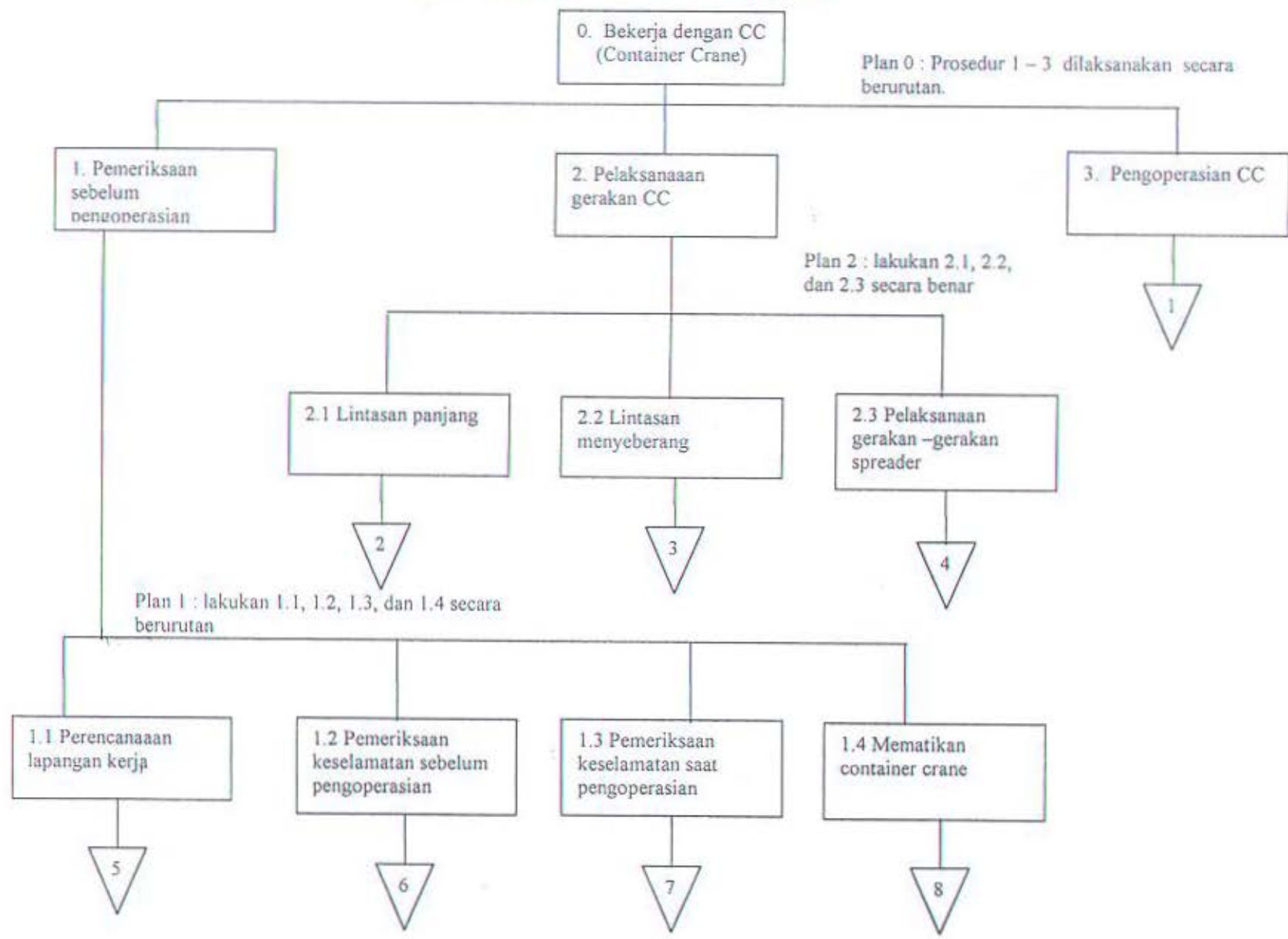
1.4.6 Meletakkan pagar/palang pengaman di posisi yang benar (bila diperlukan)

1.4.7 Menekan tombol mematikan RTG

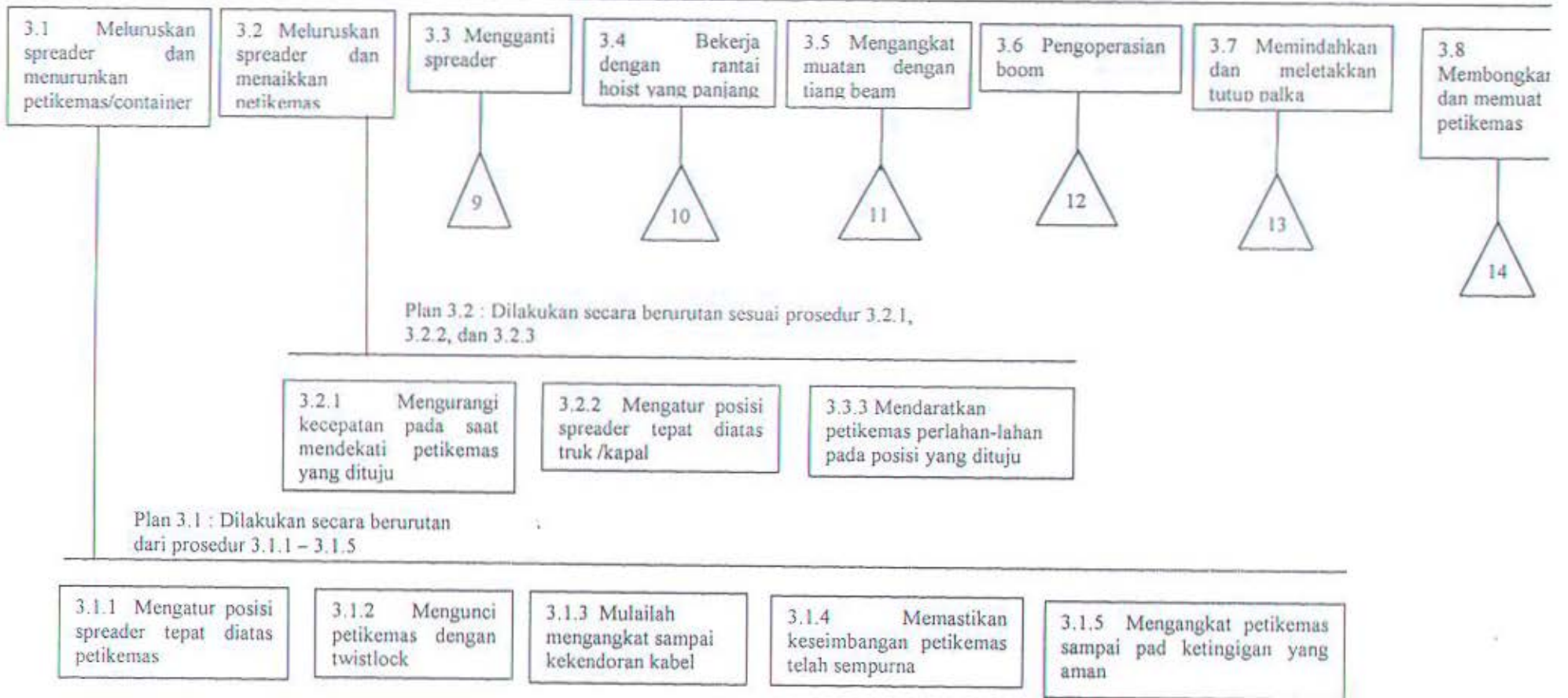
1.4.8 Menekan tuas pendingin dalam ruang diesel

1.4.9 Melaporkan apabila ada kegagalan/kerusakan/pemeliharaan yang diperlukan kepada petugas yang berwenang

Task Anslisis untuk prosedur kerja b/m dengan CC



Plan 3 : dalam beberapa prosedur (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, dan 3.7)



Plan 3.3 : Meliputi beberapa prosedur dan dilakukan secara berurutan dari 3.3.1 – 3.3.11

3.3.1 Menerima instruksi dari mandor/supervisor pemeliharaan

3.3.2 Menurunkan Spreader ke atas dermaga

3.3.3 Mematikan pompa Spreader

3.3.4 Menunggu Instruksi lebih lanjut dari petugas pemeliharaan

3.3.5 Menaikkan head block pada ketinggian yang aman

3.3.6 Melakukan lintasan menyeberang atau lintasan panjang

3.3.7 Menurunkan head block ke atas spreader yang telah diganti

3.3.8 Menunggu Instruksi lebih lanjut dari petugas pemeliharaan

3.3.9 Menaikkan spreader pada ketinggian yang aman

3.3.10 Memastikan spreader telah siap dioperasikan kembali (mencoba pengoperasian untuk 20 dan 40 ft, twist lock bekerja/tidak,)

3.3.11 Kembali bekerja

Plan 3.4 : dilakukan secara berurutan dari 3.4.1 – 3.4.6

3.4.1 Memastikan bahwa rantai pengangkat / hoist berkondisi baik

3.4.2 Memastikan bahwa tali yang berada pada spreader cukup panjang

3.4.3 Memastikan bahwa rantainya telah dihubungkan ke spreader

3.4.4 Menunggu mandor dapat mengatur untuk mengunci / membuka kunci

3.4.5 Menunggu tanda dari mandor untuk mengangkat

3.3.6 Mengangkat spreader ke atas ruangan sekatan dan yang diuju dan minta bantuan kepada mandor untuk mengunci atau membuka kunci

11

Plan 3.5 : dilakukan secara berurutan dari 3.5.1 – 3.5.5

3.5.1 Memindahkan spreader petikems

3.5.2 Menambahkan tiang penunjang untuk pengangkatan muatan berat

3.5.3 Menambahkan kabel/rantai pengangkat pada tian tersebut

3.5.4 Melaksanakan pengangkatan (memastikan bahwa muatan tidak berayun dan dilakukan secara perlahan-lahan

3.5.5 Mendaratkan muatan di lokasi tujuan

Plan 3.6 : terdiri dari dua prosedur (3.6.1 dan 3.6.2)

3.6.1 Menurunkan boom

3.6.2 Menaikkan boom

Plan 3.6.2 : Melakukan prosedur 3.6.2.1 sampai 3.6.2.4 secara berurutan

3.6.2.1 Memastikan bahwa operator tidak terhalang oleh tiang-tiang kapal (crane kapal, tiang navigasi dan bangunan atas)

3.6.2.2. Menaikkan tombol boom berwarna hijau di panel kontrol

3.6.2.3 Menunggu selama satu menit sementara alarm berbunyi

3.6.2.4 Menekan tombol berwarna putih untuk menurunkan boom (setelah alarm berhenti). Bila lampu telah selesai berkedip, maka boom sudah berada di bawah

Plan 3.6.1 : Melakukan prosedur 3.6.1.1 sampai 3.6.1.4 secara berurutan

3.6.1.1 Memindahkan trolei ke posisi parkir

3.6.1.2 Menekan tombol operasi boom berwarna hijau di panel kontrol

3.6.1.3 Menunggu selama satu menit sementara alarm berbunyi

3.6.1.4 Menekan tombol berwarna putih untuk menaikkan boom (setelah alarm berhenti). Lampu akan berkedip dan berhenti setelah boom berada di atas

3.7.1 Memindahkan tutup palka

3.7.2 Meletakkan kembali tutup palka

Plan 3.7.2 : Melakukan prosedur 3.7.2.1 sampai 3.7.3 secara berurutan

3.7.2.1 Menginformasikan kepada pengemudi crane dan trailer yang sedang bekerja di dekat operator

3.7.2.2 Menempatkan spreader di atas tutup palka dengan panduan dari mandor

3.7.2.3 Mematuhi semua perintah yang diberikan mandor untuk meletakkan

Plan 3.7.1 : Melakukan prosedur 3.7.1.1 sampai 3.7.1.8 secara berurutan

3.7.1.1 Memastikan bahwa tutup palka tidak terkunci

3.7.1.2 Memastikan lokasi di belakang kapal telah bebas/siap sehingga penempatan tutup palka di dermaga tidak kacau

3.7.1.3 Menginformasikan kepada penemudi crane dan trailer yang sedang bekerja disekitarnya (operator) bahwa operator akan memindahkan tutup palka

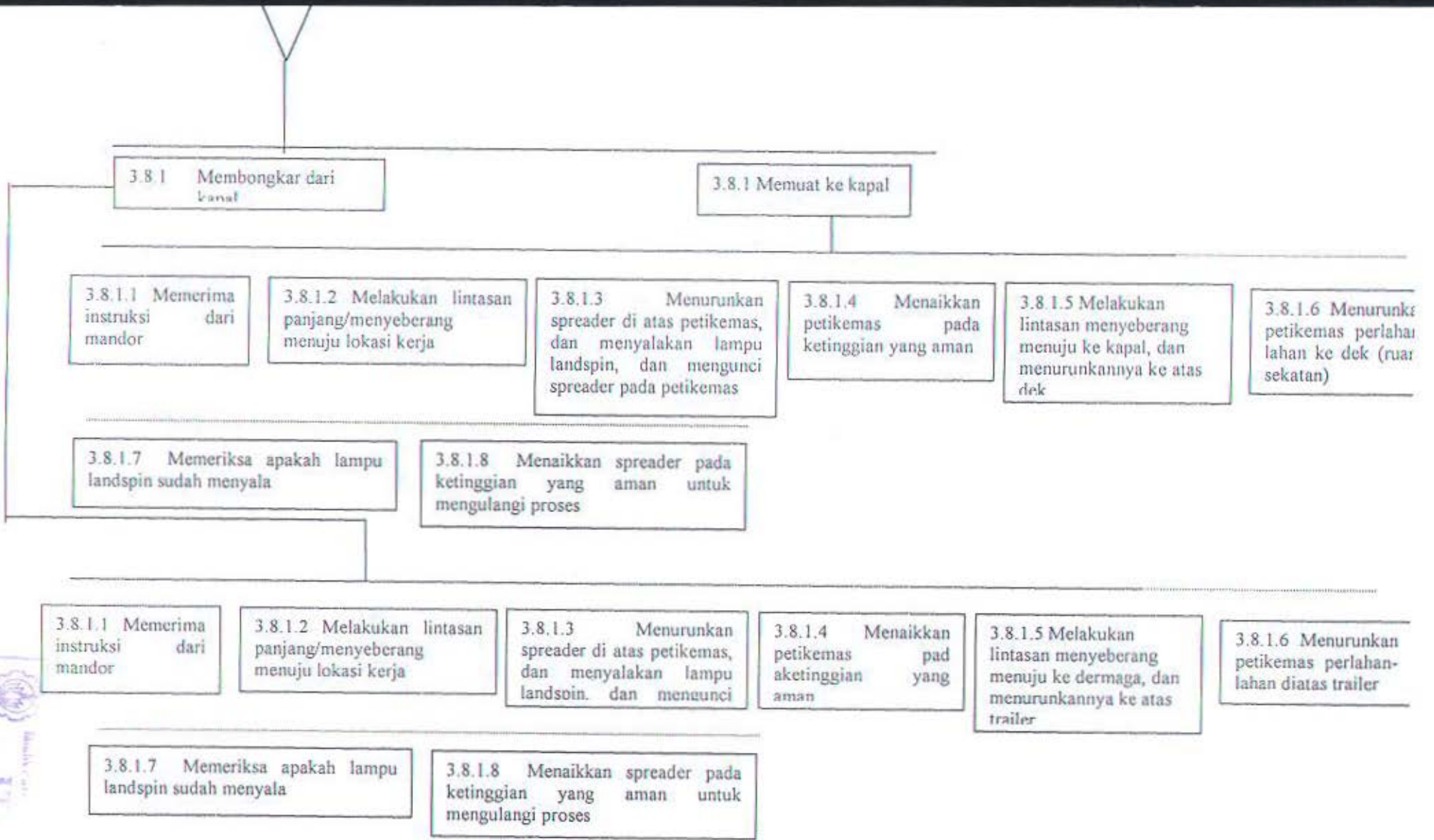
3.7.1.4 Meletakkan spreader di atas tutup palka di bawah bantuan seorang petugas di atas dek

3.7.1.5 Pengangkatan pertama harus dilakukan secara perlahan-lahan agar mandor dapat memastikan semuanya bekerja dengan baik

3.7.1.6 Memastikan bahwa tumpukannya tepat pada tutup palka yang lain

3.7.1.7 Memastikan bahwa segala barang (balok pengunci, twistlocks) berada ditempat yang aman sehingga tidak menghalangi proses pemindahan tutup palka

3.7.1.8 Memastikan bahwa rel pelindung telah ditempatkan di sekeliling tutup palka



Plan 2.1 : Dalam beberapa prosedur, dari 2.1.1 – 2.1.6

2.1.1 Memastikan alarm peringatan dan lampu kedip tetap bekerja selama melakukan lintasan.

2.1.2 Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan

2.1.3 Mengawasi radar kapal, jalan sempit, tiang radio, dll.

2.1.4 Memastikan spreader berada pada ketinggian yang aman selama melakukan lintasan

2.1.5 Memastikan ayunan spreader telah dikurangi pada lokasi tujuan lintasan

2.1.6 Menjaga pandangan agar selalu bebas ke seluruh area kerja setiap saat

3

Plan 2.2 : Dalam beberapa prosedur, dari 2.2.1 – 2.2.6

2.2.1 Memastikan tidak ada seorangpun berada di area lintasan

2.2.2 Dilarang membawamuatan seseorang /ITV diatas spreader kosong atau bermuatan

2.2.3 Memastikan ayunan spreader telah dikurangi pada saat tiba di lokasi tujuan

2.2.4 Memastikan spreader berada pada ketinggian yang aman

2.2.5 Dilarang menggunakan saklar-saklar batas untuk berhenti

2.2.6 Memastikan tua pengontrol dapat bekerja dengan baik

Plan 2.3 : Dalam beberapa prosedur untuk melaksanakan gerakan-gerakan spreader, dari 2.3.1 – 2.3.5

2.3.1 Menurunkan spreader

- Saklar batas mencegah spreader diturunkan apabila berada dalam posisi sill beam
- Saat bekerja dengan guides, periksalah kemungkinan adanya kerusakan

2.3.2 Mengunci dan membuka kunci petikemas

2.3.3 Mengoperasikan flipper

- Terdapat 4 buah flipper, bergerak dan dikendalikan dengan menekan semua atau salah satu tombol flipper

2.4.4 Melakukan penyesuaian spreader secara memanjang (trimming) / melintang (listing)

- Prosedur ini dilakukan apabila operator kesulitan pada saat b/m petikemas dari sebuah kapal
- Dan bila kapal bersandar tidak sempurna dalam posisi mendatar (horisontal).

2.3.5 Menyesuaikan panjang spreader

- Memindahkan sakla sesuai dengan dengan posisi yang diperlukan (20 ft atau 40 ft)
- Mengawasi pelurusan bingkai spreader
- Penyesuaian ini harus dilakukan pada posisi tanpa muatan

5

1.1.1 Mempersiapkan rencana kerja, meliputi :

- Syarat-syarat pekerjaan
- Prioritas pekerjaan
- Peraturan dan prosedur dilokasi kerja

1.1.2 Melakukan pengawasan bahaya yang berkaitan dengan rencana kerja, meliputi

- Halangan-halangan (struktur utama kapal, radar kapal, tiang radio dll
- Fasilitas-fasilitas lain
- Peralatan lain
- Bahan-bahan berbahaya

1.1.3 Memastikan bahwa rencana kerja telah selesai disiapkan

1.2.1 Memeriksa di lantai dasar

1.2.2 Memeriksa di dalam kabin operator

Plan 1.2.2 : dalam beberapa prosedur, dan dilakukan secara berurutan

1.2.2.1 Menaiki lift ke kabin

1.2.2.2 Memeriksa kelancaran jalan masuk

1.2.2.3 Memeriksa kemungkinan kerusakan pada spreader

1.2.2.4 Memeriksa kumparan hoist drum

1.2.2.5 Membuka dan menutup pintu jalan masuk

1.2.2.6 Membuka dan menutup pintu trolley

1.2.2.7 Memeriksa tombol berhenti darurat

1.2.2.8 Membuka dan menutup pintu kabin

1.2.2.9 Memeriksa alat pemadam kebakaran

1.2.2.10 Memeriksa saklar panel daya utama telah hidup

1.2.2.11 Mematikan tombol penerima alarm bila perlu

1.2.2.12 Membersihkan jendela dan menyesuaikan tempat duduk

Plan 1.1.2 : dalam beberapa prosedur, dan dilakukan secara berurutan

1.1.2.1 Memeriksa nomor CC

1.1.2.2 Memeriksa daya angkut yang aman

1.1.2.3 Memeriksa crane tidak terkunci

1.1.2.4 Memeriksa ketersediaan buku-buku tombol berhenti lintasan panjang secara manual

1.1.2.5 Memeriksa tombol-tombol berhenti darurat

1.1.2.6 Memeriksa area kerja aman untuk melakukan lintasan panjang

1.1.2.7 Memeriksa kemungkinan kebocoran olie dan kerusakan pada spreader

1.1.2.8 Memeriksa kabin dalam posisi parkir yang benar

1.1.2.9 Menyalakan jalan masuk bila perlu

1.1.2.10 Memeriksa saklar panel daya utama telah hidup

1.1.2.11 memeriksa jalan masuk bebas dari olie, dll.

1.1.2.12 Memeriksa tanda-tanda keberadaan seseorang sedang bekerja diatas CC

Plan 1.3 : terdiri dari beberapa prosedur, dan dilakukan secara berurutan

1.3.1 Memeriksa tombol berhenti darurat

1.3.2 Menyalakan tombol daya

1.3.3 Memeriksa sistem komunikasi

1.3.4 Menekan dan menahan penunjuk lampu tes

1.3.5 Menyalakan pompa spreader

1.3.6 Memeriksa pengoperasian flipper

1.3.7 Memeriksa pengangkat/hoist

1.3.8 Memeriksa gerakan kemiringan/trim spreader

1.3.9 Mencoba sistem peringatan lintasan panjang

1.3.10 Mencoba klakson /sirine

1.3.11 Mengatur lintasan panjang /menyeberang dalam posisi siap kerja

1.3.12 Mengurangi ayunan spreader

1.3.13 Merendahkan spreader diatas petikemas

1.3.14 Memeriksa tuas untuk pemindahan alat

1.3.15 Mengunci petikemas

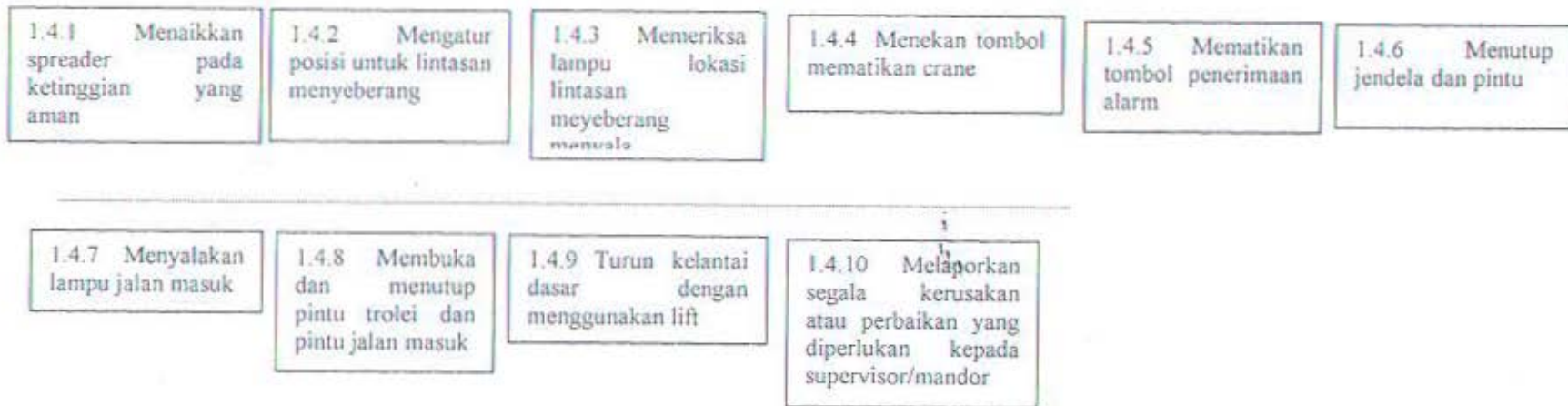
1.3.16 Menaikan petikemas

1.3.17 Menurunkan petikemas

1.3.18 Mengoperasikan gerakan CC secara bergantian

1.3.19 Memastikan bahwa CC dapat beroperasi dengan lancar

Plan 1.4 : terdiri dari beberapa prosedur, dan dilakukan secara berurutan





SURAT KEPUTUSAN Pengerjaan Tugas Akhir KS 1701


Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, maka perlu diterbitkan Surat Keputusan Pengerjaan Tugas Akhir yang memberikan tugas kepada mahasiswa tersebut di bawah ini untuk mengerjakan Tugas sesuai judul dan lingkup bahasan yang telah ditentukan.

Nama : SUTOPO
NRP : 4297 100 041
Dosen Pembimbing : 1). Ir. ALAM BAHERAMSYAH, MSc.
2). R.O. SAUT GURNING, ST, MSc
Tanggal Tugas Diberikan : 21 Februari 2001
Tanggal Tugas Diselesaikan : 27 Juli 2001
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KESELAMATAN KERJA PADA
PROSES BONGKAR MUAT DI TERMINAL
PETIKEMAS SURABAYA

Surabaya, 21 Februari 2001

Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan ITS




DR. I. A. A. Masroeri, M. Eng.
NIP. 131 407 591

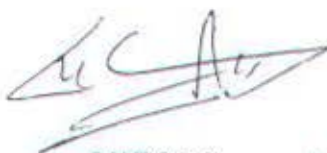
Surabaya, 21 Februari 2001

Yang menerima tugas:

Mahasiswa,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



SUTOPO
NRP. 4297 100 041



Ir. ALAM BAHERAMSYAH, MSc
NIP. 131 993 365



R.O. SAUT GURNING, ST, MSc
NIP.132 133 980

LEMBAR KEMAJUAN Pengerjaan Tugas Akhir

NAMA : SUTOPO
 NRP : 4297 100 041

No	Tanggal	Topik Asistensi	Paraf Dosen
	26/02/01	Bab I	
	7/03	II	
	2/3	* Tugas (Lampiran) * Bantu Prosektur	
	10/3	* Bantu Prosektur lengkap	
	9/04	cek. prosedur & transkrip.	
	1/05	Statistik kekelakaan	
	8/05	persiapan progress (P)	
	12/05	Analisa Prosedur Kerja	
	18/06	Prosedur Kerja	
	25/06/01	FMEA & FTA	
	28/6	Revisi & Himpunan Komparasi	
	10/7/01	Rekomendasi	
	16/7/01	Draft TA	
	19/7/01	Draft TA	
	24/7/01	Poster TA	
	26/7/01	Draft Transparan Presentasi P3TA	

Tengetahui,

Dosen Pembimbing I

Alam Baheramsyah, MSc

Dosen Pembimbing II

Ir-Sant
 Ir-Sant-Gurning, MSc

Keterangan : Bisa maju ujian P3 Tugas Akhir
 pd tgl. 1 Agustus 2001.

dosen pembimbing

 26/07/01.



LEMBAR EVALUASI PRESENTASI PROPOSAL (P-1) TUGAS AKHIR

Setelah membaca, menimbang, dan mempelajari Presentasi Proposal Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh:

Nama / NRP : Sutopo / 07-041
 Judul Proposal : Analisis Keselamatan Kerja pada proses Bongkar Muat di Terminal Peh Kemas Surabaya

Maka Tim Dosen Penilai memutuskan mahasiswa tersebut diatas :

1. Menerima proposal tanpa perbaikan
2. Menerima proposal dengan perbaikan atau catatan
3. Menolak proposal.

Dan menetapkan Dosen Pembimbing Tugas Akhir ybs adalah:

1. Ir. Alan B. M. Sc. sebagai Dosen Pembimbing Utama
2. Ir. Saet G. M. Sc. sebagai Dosen Pembimbing Pendamping

Hai-hal yang menjadi catatan pada penulisan Proposal Tugas Akhir tersebut adalah:
 (bila diperlukan dapat dilanjutkan pada halaman kosong dibalik)

Surabaya, 21/02/2007

Tim Dosen Penilai Presentasi Proposal Tugas Akhir,

- | | |
|---------------------|-------------|
| 1. ASIANTU | (Ketua Tim) |
| 2. MADE | (Anggota) |
| 3. | (Anggota) |
| 4. | (Anggota) |
| 5. DINARIYANA | (Anggota) |
| 6. Surjo | (Anggota) |
| 7. | |

Tanda Tangan

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. [Signature] | 2. [Signature] |
| 3. [Signature] | 4. [Signature] |
| 5. [Signature] | 6. [Signature] |
| 7. [Signature] | |

Tanda tangan mahasiswa



LEMBAR EVALUASI PRESENTASI INTERIM (P-2) TUGAS AKHIR

Setelah membaca, menimbang, dan mempelajari Presentasi Interim Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh:

Nama / NRP : SUTOPU / 4297100041
 Judul Tugas Akhir : Analisis Keselamatan Kerja pada Proses B/M di Terminal Pekayomas Surabaya
 Dosen Pembimbing: 1. IR. ALAM, B. MSc.
 2. SAUTI GURNING, ST., MSc.

Maka Tim Dosen Penilai memutuskan mahasiswa tersebut diatas :

- A. Langsung mengikuti Presentasi Akhir Istimewa (P-3+) pada tanggal
- B. Melanjutkan penulisan TA dan mengikuti Presentasi Akhir Reguler (P-3) pada tanggal
- C. Melanjutkan penulisan TA dan mengikuti Presentasi Interim (P-2) pada semester berikutnya.
- D. Membatalkan penulisan TA.

Hal-hal yang menjadi catatan pada penulisan Tugas Akhir tersebut adalah:
 (jika diperlukan dapat dilanjutkan pada halaman kosong dibalik)

- Rangking kekritisan baik peralatan a/pun prosedur kerja dirangking per lokasi

Surabaya, 9 Mei 2001

Tim Dosen Penilai Presentasi Interim Tugas Akhir,

IR. HARI P. MSc.	(Ketua Tim)
IR. WAYAN LINGGA, MT.	(Anggota)
IR. ALAM, B., MSc.	(Anggota)
IR. AMIADI, MSc.	(Anggota)
SAUTI GURNING, ST., MSc.	(Anggota)
IRFAN SYARIF, ST.	(Anggota)

Tanda Tangan

1.

2.

3.

4.

5.

6.